دانستنی‌هایی درباره علوم

نور و رنگ‌ها

دایرة المعارف مصور
همراه با واژه نامه

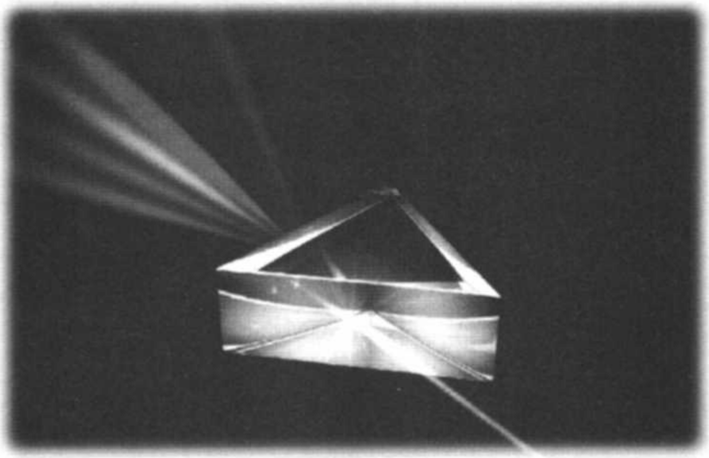
تهیه و تنظیم : آنجو چاولا

مترجم : زینب صفوی



دانستنی‌هایی درباره علوم

نور و رنگ‌ها



تهیه و تنظیم : آنجو چاولا

تصویرگر : سانجای مایتی

مترجم : زینب صفوی

سرشناسنامه : چاولا، آنجو : Chawla,Anuj
عنوان و نام پدیدآور : نور و رنگ‌ها/ تهیه و تنظیم آنجو چاولا؛ تصویرگر سانجای مایتی؛ زینب صفوی مترجم.
مشخصات نشر: تهران: طلایه، ۱۳۹۲.
مشخصات ظاهری : ۸۸ ص، مصور.
شابک : ۳- ۷۷- ۲۹۲۵ - ۹۶۴ - ۹۷۸
یادداشت : بالای عنوان : دانستنی‌هایی درباره علوم
یادداشت : واژه نامه
عنوان دیگر : بالای عنوان : دانستنی‌هایی درباره علوم
موضوع : نورشناسی
موضوع : رنگ‌ها
شناسنامه افزوده : مایتی، سانجای، تصویرگر
شناسنامه افزوده : صفوی، زینب، ۱۳۶۶
رده‌بندی دیویی : ۵۳۵
رده بندی کنگره: ۱۳۹۲ ۲ د چ/۲/QC۳۵۵
شماره کتابشناسی ملی: ۳۲۷۸۳۵۹

نام کتاب : دانستنی‌هایی درباره علوم (نور و رنگ‌ها)
تهیه و تنظیم : آنجو چاولا
تصویرگر : سانجای مایتی
مترجم : زینب صفوی
نوبت چاپ : اول
سال چاپ : ۱۳۹۲
شمارگان : ۱۰۰۰ جلد
چاپخانه : چاپ طلایه ۸۰
قیمت : ۷۰۰۰ تومان
شابک : ۲- ۷٤ - ۲۹۲۵ - ۹٦٤ - ۹۷۸
ISBN: 978-964-2925-74-2

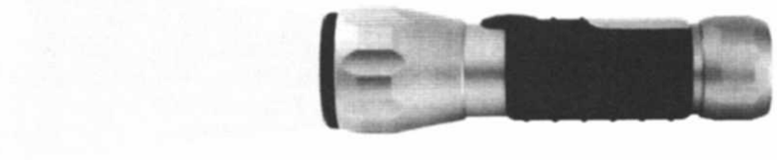
تهران، میدان انقلاب، خ منیری جاوید(اردیبهشت)، کوی مبین، پلاک ۸، طبقه همکف.
تلفن: ۶۶۴۶۳۲۴۱ ، دورنگار: ۶۶۴۶۲۹۶۱

مقدمه

به اطراف خود نگاه کنید... همه چیز رنگی است. چشم ما این رنگ‌ها را می‌بیند و اطلاعات به مغز ما انتقال می‌یابد. اگر نور نباشد زندگی هم نخواهد بود. نور خورشید منبع اصلی تغذیه گیاهان به شمار می‌رود.

در این کتاب سعی شده تعریفی ساده و کاربردی از نور و رنگ‌ها با کمک اشکال ارائه گردد.

مترجم

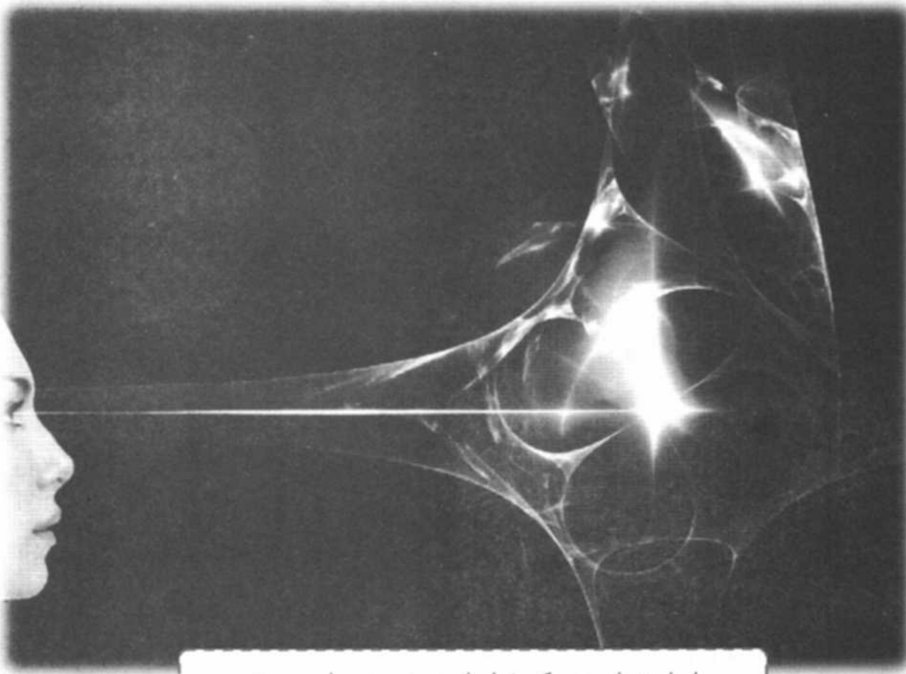


فهرست

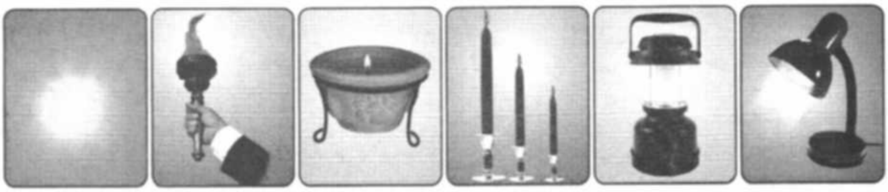
ماهیت نور

نور چیست؟

در سال‌های دور، نور متضاد تاریکی بیان می‌شد اما امروزه گونه‌ای از انرژی محسوب می‌شود که به صورت امواج از اجسام نورانی تابش می‌شود. این اشعه‌ها یا امواج نورانی می‌توانند با سرعت ۲۹۹۷۹۲ کیلومتر در ثانیه در یک خط مستقیم در خلاء حرکت کنند.



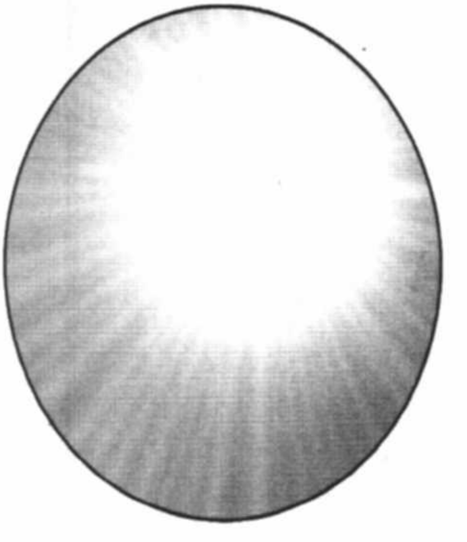
امواج نورانی در یک خط راست به چشم ما می‌رسند.



هنگامی‌که امواج نور به چشم ما می‌رسند، ما می‌توانیم اجسام را ببینیم و نور راهنمای ما در جهان است زیرا با نور می‌توانیم راه خانه‌مان را پیدا کنیم، در طول خیابان راه برویم، آسمان را ببینیم یا کتاب بخوانیم. در واقع هیچ عنصری بدون وجود نور دیده نمی‌شود و نور واسطه میان چشم و محیط اطراف ماست.

اگر شما چشمانتان را ببندید، نمی‌توانید این صفحه را بخوانید زیرا پلک شما مانع از رسیدن نور از جسم به چشمتان می‌شود. پس، تا الان یک حقیقت در مورد نور را فهمیدیم: اگر نور از اشیاء به چشم ما نرسد ما نمی‌توانیم آن‌ها را ببینیم و در نتیجه حس بینایی معنا و مفهومی ندارد. خورشید، ستاره‌ها و لامپ‌های الکتریکی این نور را به وجود می‌آورند. خورشید بزرگ‌ترین منبع نور است که پرتو نور را منتشر می‌کند و دارای سطحی داغ است (۶۰۰۰ درجه سانتی‌گراد) و بیشترین نوری که به چشم ما می‌رسد از طریق روشنایی خورشید است.

گفتیم که خورشید بزرگ‌ترین منبع نور است ولی منابع دیگر نوری نیز وجود دارد. مثلاً لامپ‌های فلورسنت که با گازهای مخصوصی پر و نور سرد نیز نامیده می‌شوند. نور به خط مستقیم حرکت می‌کند و نوری که از خورشید و حباب‌های الکتریکی و لامپ‌های فلورسنت می‌بینیم، در یک خط راست حرکت دارند اما زمانی‌که نور به سطحی غیر شفاف مانند دیوار برخورد کند منعکس شده و جهت حرکتش تغییر می‌کند.



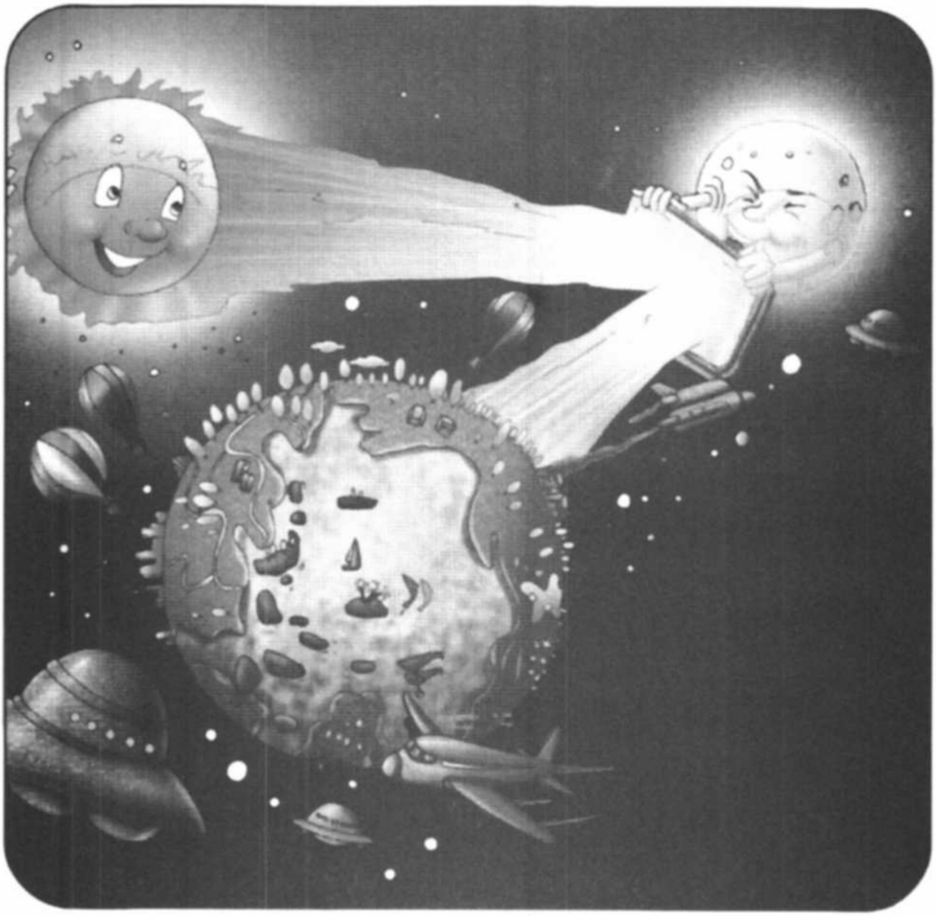






در شکل روبرو می‌بینید که نور مستقیم خورشید وقتی به پنجره برخورد می‌کند و انعکاس می‌یابد به صورت خطی غیر مستقیم به کوچه تاریک و کم عرض می‌رسد.

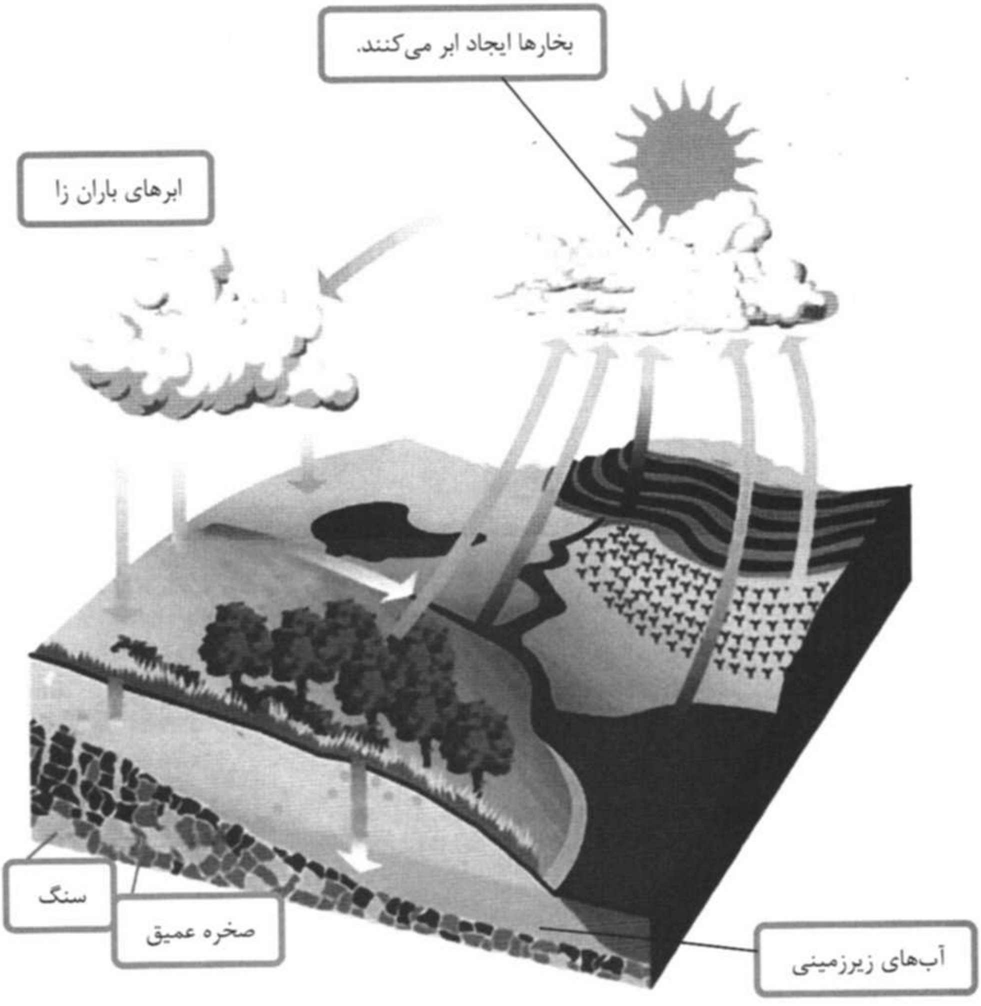
نوری که از ماه یا ستاره‌ها می‌بینیم نور غیر مستقیم است که از خورشید به آن‌ها تابیده شده و آن‌ها این نور را منعکس می‌کنند.آن‌ها به خودی خود روشن نیستند و وابسته به خورشیدند. پس ما دو گونه انعکاس نور داریم: ۱، نور مستقیم که از خورشید یا لامپ‌های الکتریکی به چشم ما می‌رسد. ۲، نور غیر مستقیم که از ماه و ستاره‌ها و سیاره‌ها منعکس می‌شود (سیارات با اینکه خارج از جو زمین قرار دارند اما روشنایی آن‌ها باعث می‌شود که بتوان مکانشان را در منظومه شمسی مشخص کرد. تحقیقات دانشمندان نشان می‌دهد که نور گونه‌ای از انرژی است که باعث ایجاد واکنش‌های شیمیایی در مواد می‌شود. مثلاً نوری که به گیاهان سبز می‌تابد به همراه آب و دی اکسید کربن، غذای آن گیاه را تامین می‌کند و ما می‌توانیم ببینیم که آن‌ها بدون خورشید رشد نمی‌کنند.



هم‌چنین بدون گرمای خورشید سطح زمین به صورت وحشتناکی سرد می‌شود به‌طوری‌که حیات در آن غیر ممکن خواهد بود. بدون نور خورشید باد و باران هم وجود نخواهند داشت. باد بر اثر تابش خورشید بر سطح زمین به وجود می‌آید. تابش خورشید باعث می‌شود، بخش‌هایی از زمین گرم‌تر از دیگر قسمت‌ها می‌شود. مثلاً نور خورشید مناطق بیابانی را بیشتر از اقیانوس‌ها گرم می‌کند و یا گرما در مناطق یخ بندان قطب شمال و جنوب ناچیز است. تفاوت در دمای هوا بین دو محدوده در زمین باعث گردش هوا و ایجاد باد می‌شود. بر اثر باد ذرات و گرد و غبار از روی زمین بلند شده و باعث گرده افشانی در گیاهان می‌شوند. وقتی‌که نور خورشید به سطح آب دریاچه‌ها، رودخانه‌ها و اقیانوس‌ها می‌تابد آب را تبخیر کرده و به صورت بخار در می‌آورد، این بخار آب بالا رفته و تشکیل ابر می‌دهند و باز به صورت باران و برف به زمین باز می‌گردد.

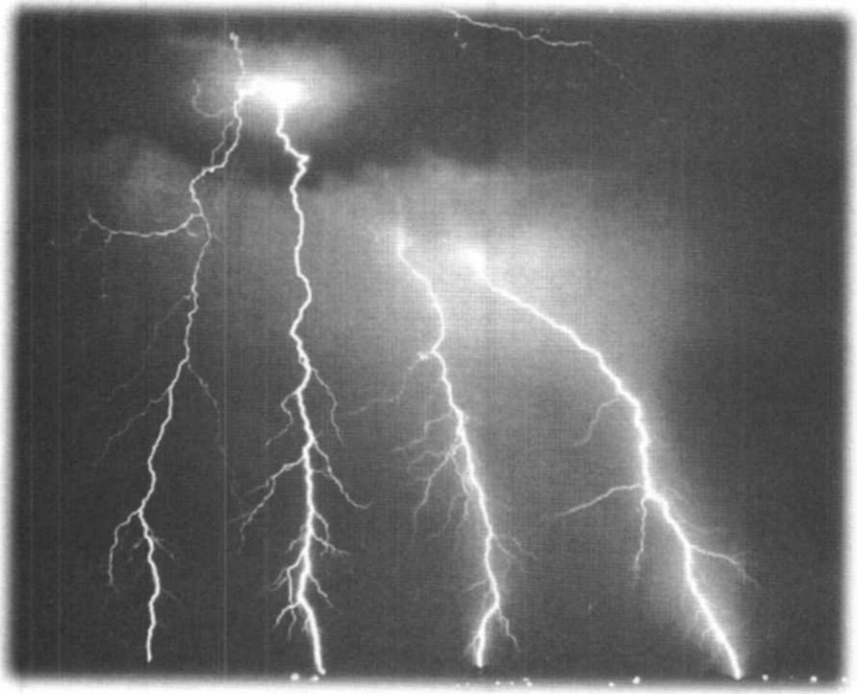


نوری که به گیاهان سبز می‌تابد باعث ایجاد عمل فتوسنتز می‌شود.



رعد و برق چگونه ایجاد می‌شود؟

رعد و برق همیشه برای انسان‌ها جالب و گاهی ترسناک بوده است. در بیشتر رعد و برق‌ها شما اول نور و برق آن را می‌بینید سپس صدایش را می‌شنوید. این موضوع به علت اختلاف در سرعت حرکت نور و صوت است. سرعت حرکت نور ۲۹۹۷۹۲ کیلومتر در ثانیه و صوت ۱۱۰۰ کیلومتر در ثانیه می‌باشد.

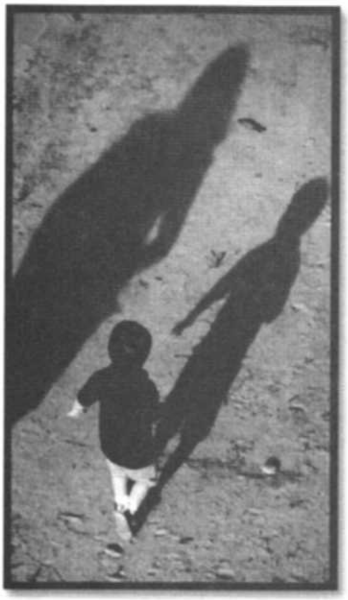


تاثیر نور بر انسان:

نور یک عنصر فعال بیولوژیکی است که بر سلامت و زندگی انسان بسیار اثرگذار است. نوری که انسان در طول روز و شب در برابر آن قرار می‌گیرد بر روی ارگان‌های مهمی در بدن او موثر است. قرار گرفتن در نور خورشید باعث زیاد شدن تولید ویتامین دی و در نتیجه جذب کلسیم می‌شود. ضعف شکستگی و پوکی استخوان از بیماری‌هایی هستند که قرارگیری در برابر مقدار لازم از نور خورشید از آن‌ها پیشگیری می‌کند. از نور برای درمان بیماری یرقان در نوزادان هم استفاده می‌شود.



سایه چیست؟



فرض کنید دو مرد یک قطعه شیشه‌ی بزرگ ۳ متری را در دست گرفته‌اند و در خیابان مقابل نور خورشید حرکت می‌کنند. اگر دقت کنید سایه دو مرد به فاصله‌ی ۳ متری روی زمین افتاده اما هیچ سایه‌ای از صفحه شیشه‌ای مشاهده نمی‌شود.

سایه زمانی به خوبی توضیح داده می‌شود که بدانیم نور در خط مستقیم حرکت می‌کند و وقتی به بدنمان برخورد می‌کند از سمت دیگر آن خارج نمی‌شود.

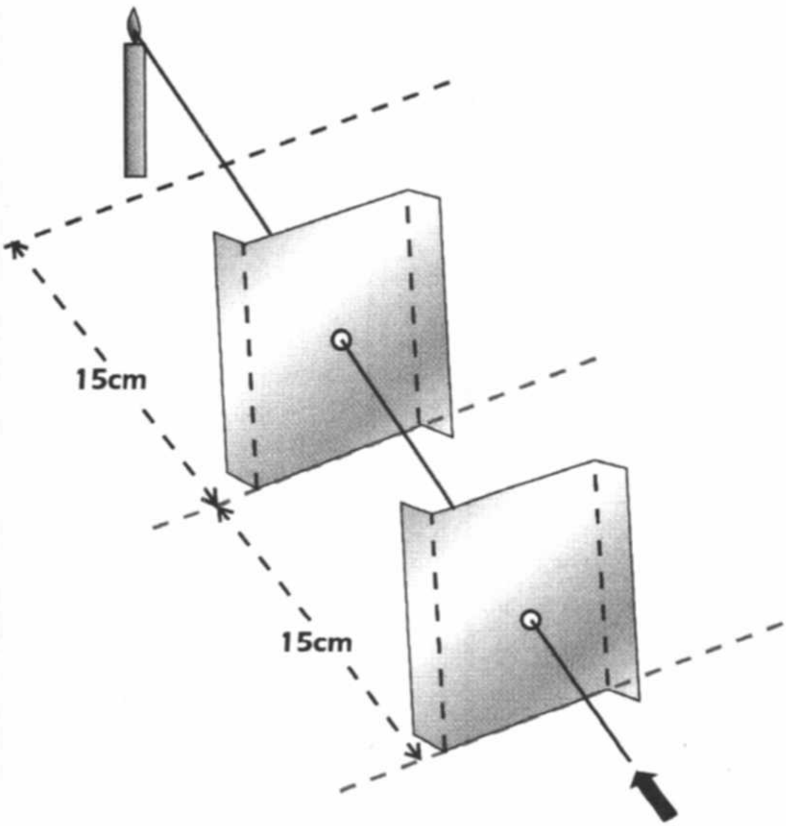
وقتی‌که نور به جسمی برخورد کند و از طرف دیگر آن خارج شود به این معنی است که آن جسم شفاف است.

بیشتر شیشه‌ها مخصوصاً شیشه‌های پنجره شفاف هستند و نور را از خود عبور می‌دهند به همین دلیل است که ما سایه‌ای از شیشه‌ای که دو مرد حمل می‌کنند نمی‌بینیم.

آیا مصالح شفاف دیگری می‌شناسید؟ یکی از عمومی‌ترین آن‌ها هواست و دیگری آب شفاف. گروه بعدی مصالحی هستند که وقتی نور به آن‌ها برخورد می‌کند نمی‌تواند از آن عبور کند. یعنی وقتی‌که نور به آن‌ها می‌رسد متوقف شده و در نتیجه شما سایه‌اش را روی زمین می‌بینید. به این اجسام، اجسام مات می‌گویند مانند بدن انسان یا اشیائی از جنس فلز، سنگ، بتن یا حتی کاغذ.

چگونه نشان دهیم که نور به خط مستقیم حرکت می‌کند؟

برای این آزمایش ما به دو کاغذ بزرگ و یک شمع بلند نیازمندیم. هر دو کاغذ را روی هم قرار داده و یک سوراخ در وسط آن‌ها ایجاد کنید. فقط یادتان باشد این سوراخ‌ها باید هم اندازه بوده و در یک نقطه از هر دو کاغذ باشند. حال آن‌ها را در یک خط مستقیم طوری قرار دهید که فاصله کاغذ اول از شمع ۱۵ سانتی‌متر و فاصله کاغذ دوم از کاغذ اول نیز ۱۵ سانتی‌متر باشد. حال فاصله شمع از روی زمین را به گونه‌ای اندازه‌گیری کنید که وقتی از سوراخ کاغذ دوم نگاه می‌کنید شعله شمع را ببینید. برای این آزمایش باید حتماً کاغذها و شمع در یک راستا باشند به طوری که اگر یک سیم فلزی را به سر شمع وصل کنیم و از دو سوراخ کاغذ رد کنیم، سیم در یک خط باشد. حال اگر یکی از کاغذها را حرکت داده و به عقب یا به جلو ببریم دیگر از سوراخ کاغذ دوم نور شمع را نمی‌بینم و این مساله یعنی نور در یک خط مستقیم حرکت می‌کند.

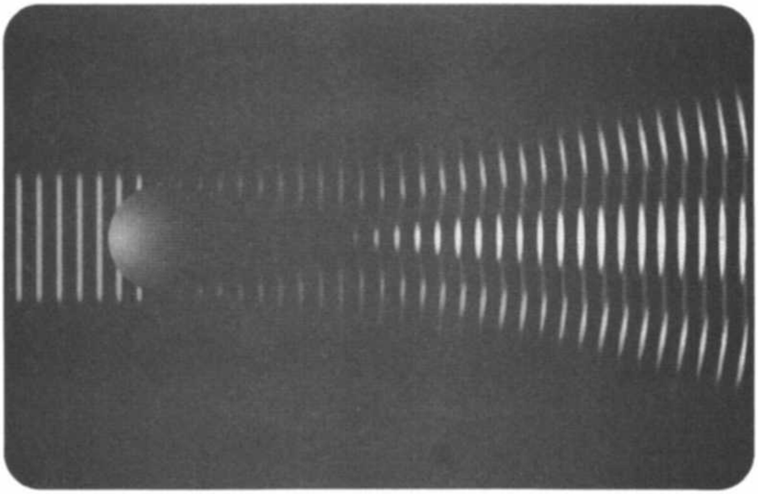


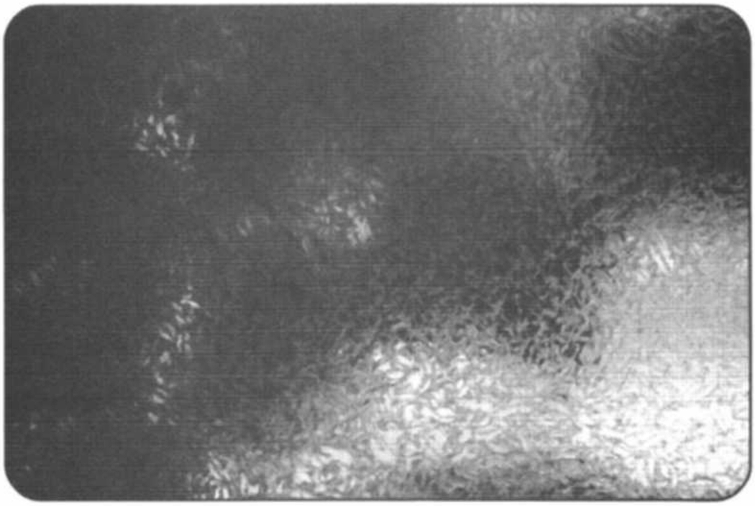
چه مصالحی نور را پراکنده می‌کنند؟

علاوه بر مصالح شفاف و مات، دسته‌ی دیگری از مصالح هستند که مابین مصالح شفاف و مات قرار می‌گیرند. این دسته، نور را تا حدودی از خود عبور می‌دهند اما نه به اندازه مصالح شفاف و به گونه‌ای هستند که ما نمی‌توانیم مانند شیشه اجسام پشت آن را ببینیم.

به این مواد، مصالح نیمه شفاف گفته می‌شود. انتقال نور در این حالت به صورت، ناقص انجام می‌شود و معمولاً این مواد نور را به صورت پراکنده منتشر می‌کنند.

شیشه‌های مشجر، برخی از حباب لامپ‌ها، کاغذ یا پارچه‌های بسیار نازک در این گروه قرار دارند.

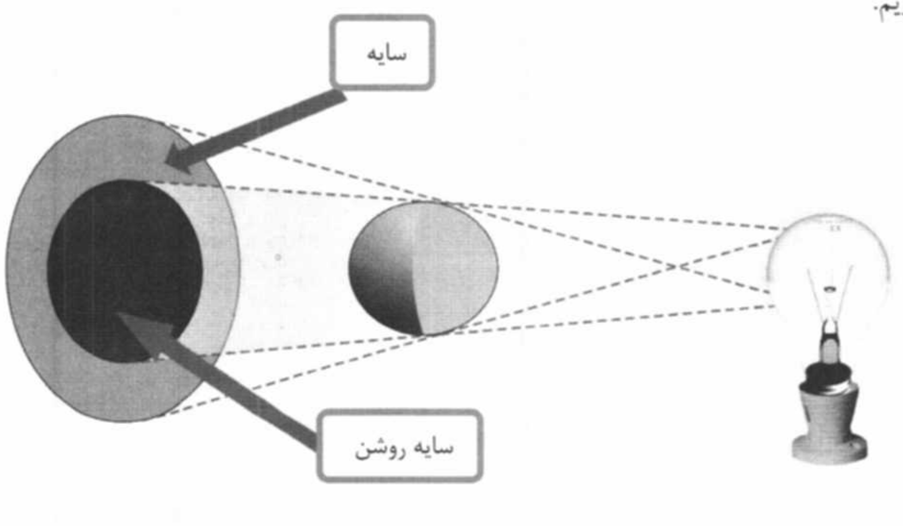




چرا اندازه‌ی سایه تغییر می‌کند؟

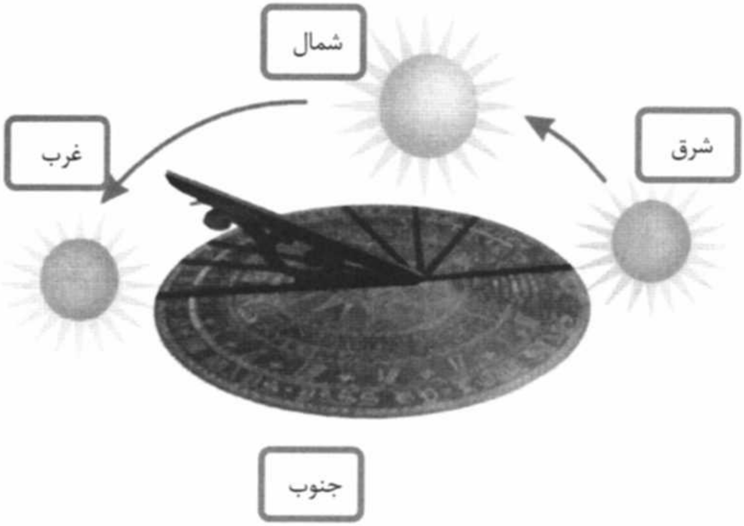
وقتی‌که نور به جسم مات برخورد می‌کند در پشت جسم سایه ایجاد می‌شود. اگر دقت کرده باشید وقتی‌که در نور خورشید هستید، گاهی سایه‌تان بزرگ و گاهی کوتاه است. دلیل این تغییر اندازه سایه در چیست؟

اشعه کوچک نور حتی زمانی‌که از یک سوراخ کاغذ عبور کرده و با جسمی مات برخورد می‌کند هم سایه ایجاد می‌کند. وقتی‌که منبع نور بزرگ باشد مانند نور لامپ یا خورشید سایه‌ای یکنواخت ایجاد می‌شود. این سایه تیره و به صورت واضح است. گاهی نیز به دور این قسمت تیره هاله‌ای تار از تاریکی دیده می‌شود. قسمت تیره مرکزی سایه نامیده می‌شود و این، به دلیل این است که هیچ اشعه‌ی نوری در این قسمت از جسم خارج نشده و قسمت تار و نیمه تاریک اطراف سایه، سایه روشن نامیده می‌شود و این روشنی سایه به این دلیل است که در این قسمت‌ها نور به صورت کامل متوقف نشده و مقداری عبور کرده است. هم چنین می‌توان گفت که با منبع نور نقطه‌ای سایه ایجاد می‌شود و در منبع نور گسترده یا چشمه گسترده علاوه بر سایه نیم سایه هم داریم.



هنگامی‌که شما در ظهر آفتابی بیرون از خانه باشید، می‌بینید که سایه‌تان کوچک است و هنگامی‌که نزدیک غروب خورشید است سایه‌تان بزرگ دیده می‌شود. بنابراین ما به اولین نکته در مورد سایه می‌رسیم: بلندی و کوتاهی سایه به زاویه‌ی نوری که به جسم می‌تابد، بستگی دارد. اندازه سایه هم تحت تاثیر اندازه منبع نور و اندازه جسم مات می‌باشد.

قبل از اختراع ساعت، مردم به کمک سایه می‌توانستند بفهمند که چه زمانی از روز است. آن‌ها از شاخص آفتاب استفاده می‌کردند همین‌گونه که ما به ساعت‌مان نگاه می‌کنیم، آن‌ها هم به شاخص آفتاب‌شان نگاه می‌کردند و با توجه به طول سایه و مکان سایه زمان را تشخیص می‌دادند.



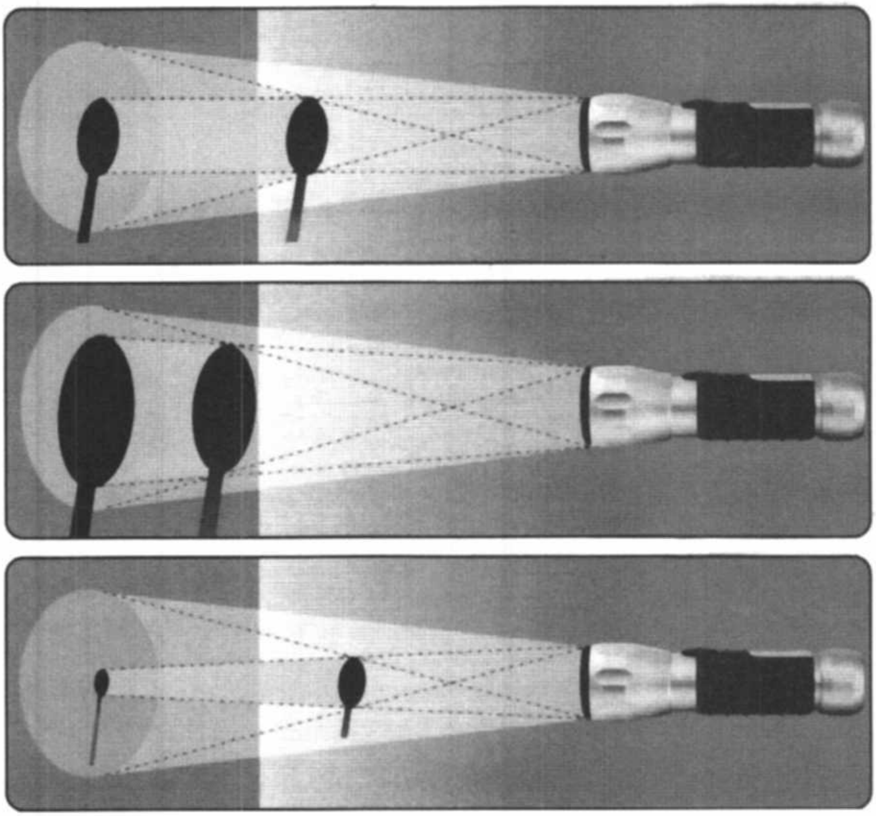
چگونه با سایه‌ها آزمایش انجام دهیم:

چراغ قوه‌ای را انتخاب کنید، سپس کاغذی به اندازه‌ی عدسی چراغ قوه که نور از آن خارج می‌شود بریده و روی تکه چوب نازکی بچسبانید. حالا در یک اتاق تاریک در کنار دیوار طوری بایستید که سمت راست بدنتان رو به دیوار باشد و با دیوار نیم متر فاصله داشته باشد.

چراغ قوه را در دست چپ‌تان بگیرید و کاغذتان را در دست راست. به سایه ایجاد شده روی دیوار دقت کنید، اندازه سایه برابر با اندازه‌ی کاغذتان است.

حال کاغذ دیگری به اندازه‌ی دو برابر بزرگتر از عدسی چراغ قوه بریده و به چوب بچسبانید. باز در همان مکان و همان حالت قبلی قرار بگیرید، وقتی به سایه ایجاد شده روی دیوار دقت کنید می‌بینید که سایه از کاغذتان بزرگتر دیده می‌شود.

بنابراین از این آزمایش نتیجه می‌گیریم که اگر اندازه جسم ما از منبع نور بزرگ‌تر باشد، سایه آن جسم از حالت واقعی آن بزرگ‌تر خواهد بود و هم‌چنین اگر اندازه‌ی جسم از منبع نور کوچک‌تر باشد سایه آن از حالت واقعی‌اش بسیار کوچک‌تر خواهد بود و هنگامی‌که اندازه جسم با اندازه منبع نور برابر باشد و در فاصله یکسان قرار گیرد، سایه‌اش به اندازه جسم خواهد بود.



چرا نور هرچه دورتر می‌رود تیره‌تر به نظر می‌رسد؟

چراغ مطالعه‌تان را روشن کنید، سپس کتاب‌تان را روی میز قرار دهید، می‌بینید که به راحتی می‌توانید متن کتاب را بخوانید. حال کتاب را در دست‌تان گرفته و چند قدم عقب‌تر بروید، اگر منبع نور دیگری در اتاق‌تان نباشد، خواندن متن کتاب برایتان دشوار خواهد شد و هرچه دورتر بروید نور کم‌تری به کتاب‌تان می‌رسد.

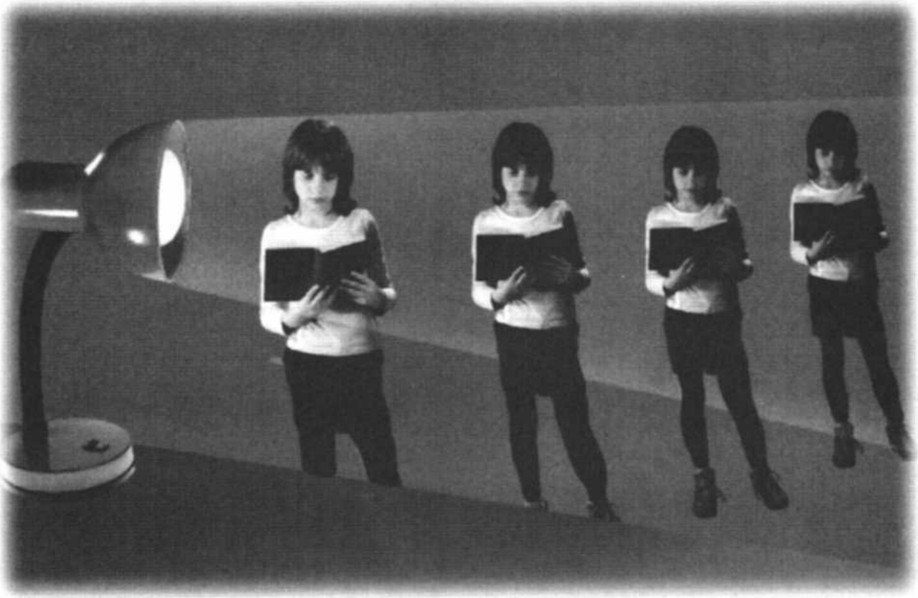
این روشنی که به کتاب‌تان می‌رسد تابش نامیده می‌شود. مقدار تابش به دو عامل بستگی دارد:

۱) اندازه روشنایی منبع نور.

۲) مسافت بین نور و جسم مورد نظر.

دانشمندان فرمولی برای توضیح رابطه میان مسافت و مقدار تابش در نظر گرفته‌اند و این فرمول را مربع معکوس نامیده‌اند.

با توجه به تحقیقات دانشمندان، وقتی فاصله از منبع نور بیشتر می‌شود میزان تابش بسیار سریع کم می‌شود. برای مثال فرض کنید کتابی در فاصله ۵ متری از نور قرار دارد و روشنایی لامپ اتاق هم ۴۰ لوکس است، وقتی فاصله کتاب را از لامپ ۲ برابر یا ۱ متر کنیم، روشنایی لامپ‌مان در آن نقطه ۱۰ لوکس می‌شود. یعنی وقتی ما مسافت را تا منبع نور دو برابر کنیم، باید روشنایی لامپ‌مان را $۲^۲$ یا ۴ برابر کنیم تا همان میزان روشنایی را داشته باشیم. این رابطه به قانون عکس مجذور فاصله معروف است. بنابراین با دو برابر شدن فاصله، نور در سطح وسیع‌تر اما با روشنایی کم‌تری گسترش می‌یابد.



هرچه فاصله از نور بیشتر می‌شود، میزان نور کمتر می‌شود.

شکست نور چیست؟

حدوداً ۳۰۰۰ سال پیش دانشمندان یونانی بر این عقیده بودند که چشم ما اشعه‌هایی خاص دارد و هنگامی‌که این اشعه‌ها به اجسام می‌رسد و دوباره به چشم ما باز می‌گردد، ما می‌توانیم آن‌ها را ببینیم. اما امروزه می‌دانیم که چشم ما هیچ اشعه‌ای خارج نمی‌کند و برای آن که جسمی دیده شود، باید از آن جسم نور به چشم ما برسد، بنابراین جسم یا باید از خودش نور تابش کند و یا نورهایی را که بر آن تابیده شده، به سمت چشم ما بازتاب کند.

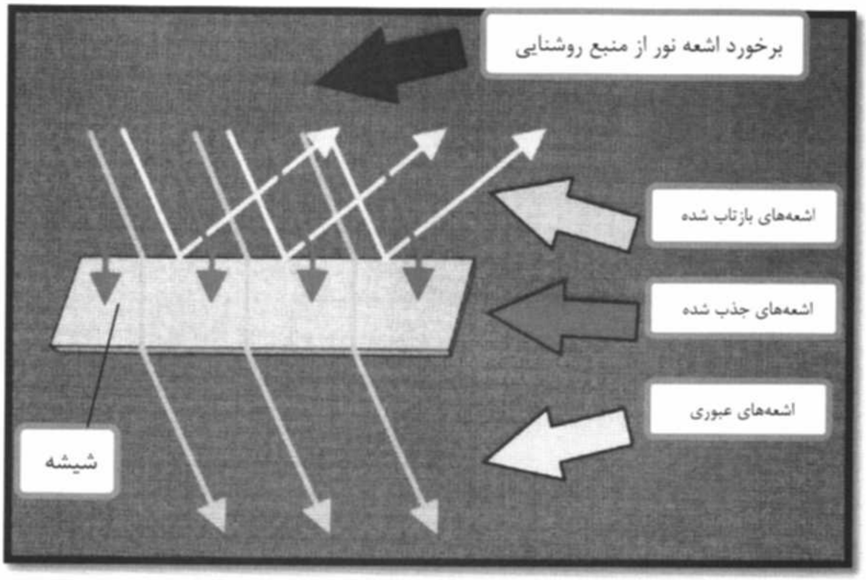
هنگامی‌که نور به اجسام می‌تابد سه حالت زیر اتفاق می‌افتد:
مقداری از نور، از جسم عبور می‌کند (در اجسام شفاف یا نیمه شفاف)
مقداری از نور جذب می‌شود (به گرما تبدیل می‌شود) مقداری از نور هم بازتاب (منعکس) می‌شود.



نور چگونه منعکس می شود؟

وقتی‌که به سطح آینه نگاه می‌کنید یا وقتی‌که تصویر خودتان را روی شیشه‌های بعضی ساختمان‌ها می‌بینید، به دلیل بازتاب نور است که در سطوح بسیار صاف و صیقلی ایجاد می‌شود. دانشمندان به این بازتاب، منظم یا آینه‌ای می‌گویند. در این نوع بازتاب، شما تصویری واضح و روشن می‌بینید مانند تصویر خودتان.





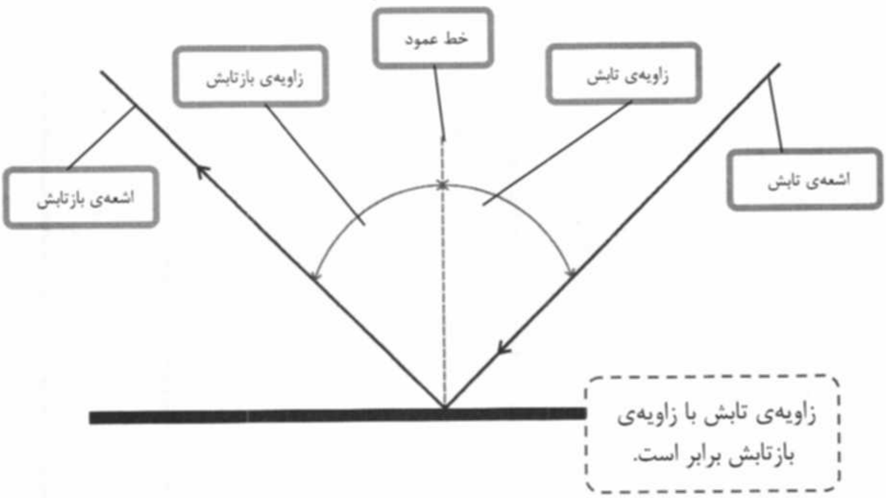
زاویه بین خط عمود و پرتو تابش را زاویه تابش می‌گوییم و هم‌چنین زاویه‌ی بین بازتابش و خط عمود را زاویه بازتابش می‌گوییم. همان‌گونه در ابتدای کتاب گفتیم وقتی نور به جسم شفاف برخورد می‌کند زاویه‌ی تابش و بازتابش برابرند. حالا بیایید این زاویه را اندازه بگیریم:

چگونه زاویه بازتابش را اندازه بگیریم؟

تا به حال دقت کرده‌اید وقتی ما توپ را مستقیم به دیوار می‌زنیم توپ به صورت مستقیم برمی‌گردد و وقتی توپ را با زاویه پرتاپ می‌کنیم، زاویه‌دار به سمت ما برمی‌گردد. این مسئله قانون بازگشت نور را نیز نشان می‌دهد، حال بیایید آزمایشی انجام دهیم:

برای این آزمایش به یک آینه، خط کش، نقاله، مداد و تکه‌ای کاغذ نیاز داریم:

۱) روی وسط کاغذ خطی راست بکشید به طوری‌که عمود بر ابتدا و انتهای کاغذ باشد. سپس با زاویه‌ای دلخواه خطی کج سمت راست خط عمودتان رسم کنید تا آن را قطع کند. این زاویه را اندازه‌گیری کنید و بنویسید.

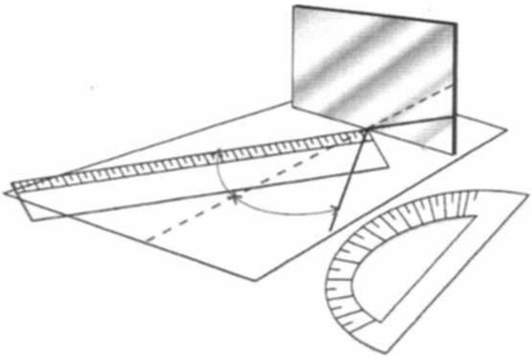


۲) آینه را بر محل برخورد خط عمود و خط مایلی که کشیده‌اید به صورت صاف قرار دهید تا خط عمود از وسط آن بگذرد.

۳) به آینه نگاه کنید و تصویر خط مایلی که کشیده بودید را روی کاغذتان با مداد بکشید.

٤) حال زاویه بین خط‌های مایل با خط عمود را با نقاله اندازه بگیرید. می‌بینید که آن‌ها هم‌اندازه هستند.

٥) بار دیگر این آزمایش را انجام دهید و زاویه‌ی خط مایلتان را تغییر دهید. باز هم، اندازه‌ی آن‌ها با هم برابر خواهد بود.



چگونه نشان دهیم که تصویر در آینه به صورت معکوس است؟

گفتیم که آینه تصویر را به صورت متقارن و معکوس نشان می‌دهد. بیایید آزمایشی انجام دهیم تا به این موضوع دست یابیم:

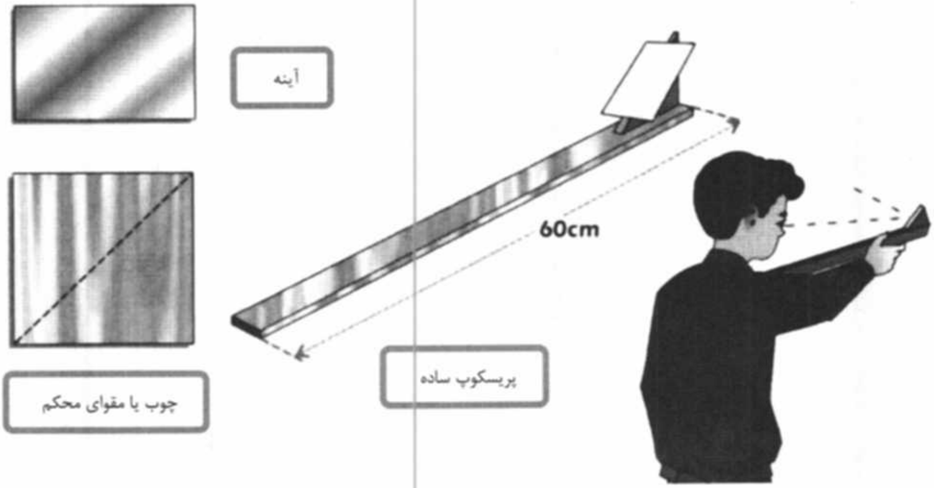
برای این آزمایش به یک کاغذ کربن نیاز داریم، آن را روی میز قرار داده و روی آن کاغذ سفیدی قرار دهید. جمله‌ای را به صورت بزرگ و خوانا روی کاغذ بنویسید. شما روی کاغذ چیزی نمی‌بینید ولی وقتی کاغذ را برمی‌گردانید می‌بینید که جمله‌تان پشت آن و برعکس نوشته شده است. حال کنار آینه بایستید و به کاغذتان در آینه نگاه کنید. همان کلمه را به صورت درست و همان‌گونه که نوشته بودید می‌بینید.



چگونه یک پریسکوپ بسازیم؟

ساده‌ترین نوع پریسکوپ از یک تکه چوب بلند، یک آینه جیبی و تکه چوب یا مقوای محکم ساخته می‌شود.

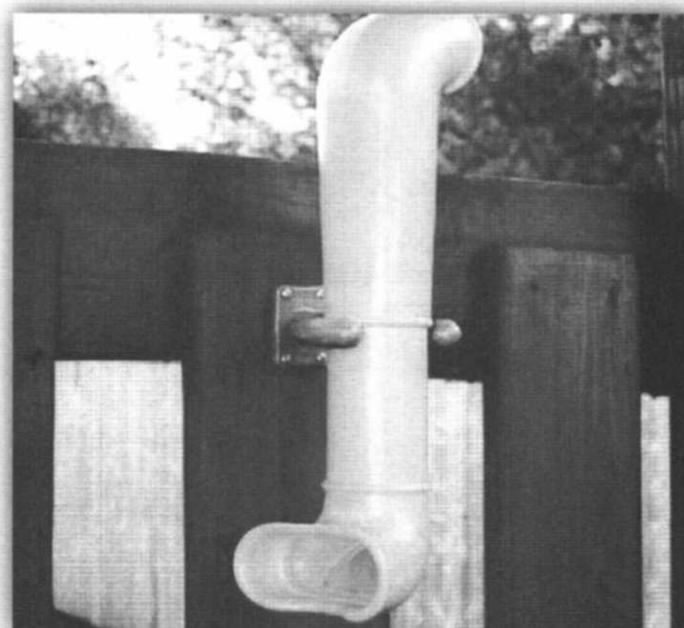
تکه چوب یا مقوای محکم را بزرگ‌تر از آینه مورد نظرتان به شکل مربع بریده، سپس آن را به دو مثلث تقسیم کنید یعنی از گوشه‌ای به گوشه‌ی روبه‌رویش وصل کرده و ببرید. تکه مثلث بریده شده‌تان را در انتهای چوب بلندتان بچسبانید و آینه را هم روی آن بچسبانید. اکنون می‌توانید پشت سرتان را ببینید.

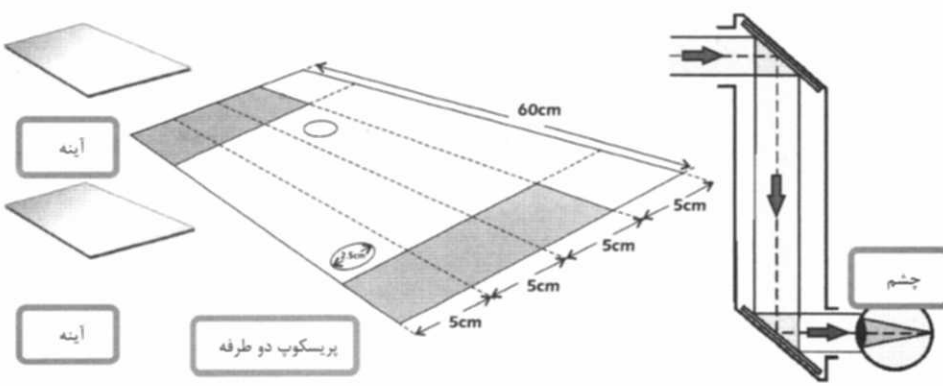


نوع دیگری پریسکوپ نیز وجود دارد که از دو آینه تشکیل می‌شود. برای درست کردن آن می‌توانید جعبه‌ای با مقوا یا چوب درست کنید و یا از پاکت شیر استفاده کنید.

سوراخی را در یک طرف بدنه‌ی جعبه و نزدیک سر آن درآورید. سوراخ مشابه دیگری در پشت پاکت و پائین آن ایجاد کنید. (فاصله سوراخ بالایی از قسمت بالای پاکت با فاصله سوراخ پائینی از قسمت پائین پاکت برابر باشد).

دو آینه جیبی را به موازات یکدیگر با زاویه شیب ۴۵ درجه مطابق شکل بچسبانید.





جعبه را نزدیک چشمتان به صورت قائم نگه دارید. حال از سوراخ پائین نگـاه کنیـد. از سـوراخ بالایی چه چیزهایی می‌بینید؟

این اتفاق به دو دلیل رخ می‌دهد: ۱) نور به خط راست حرکت می‌کند. ۲) زاویه تابش با زاویه بازتابش برابر است.

اصل انعکاس: در بازتاب نور از سطح یک جسم، همواره زاویه تابش و بازتاب برابرند.

بازتاب نامنظم چیست؟

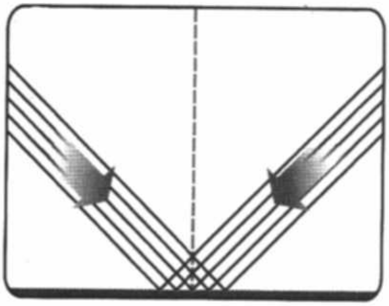
با توجه به اصل انعکاس بازتاب نور با زاویه‌ی تابش و بازتابش یکسان برای اجسامی است که صاف و صیقلی هستند مانند آینه، شیشه‌های آینه‌ای یا استیل و. . .

اگر شما در شب و زیر نور ماه شمعی در دست بگیرید و کنار دیوارسنگی صیقلی بایستید انعکاس نور شمع را روی دیوار می‌بینید.

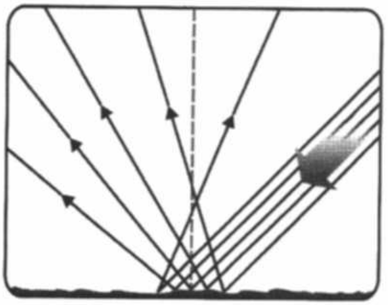


اما وقتی‌که نور به سطح خشن و ناهموار برخورد می‌کند به صورت پراکنده و غیر موازی و در جهت‌های متفاوت بازتاب می‌کند.

مثلاً اگر شمعی در دست داشته باشید و در کنار دیوار آجری بایستید هیچ تصویر و بازتابی از شمع روی دیوار آجری نمی‌بینید (برعکس دیوار سنگی صیقلی) و اصل انعکاس برای این اجسام اتفاق نمی‌افتد و زاویه تابش و بازتابش برابر نیست.



وقتی نور به جسم شفاف برخورد می‌کند بازتاب منظم دارد.



وقتی نور به جسم ناهموار برخورد می‌کند بازتاب نامنظم و پراکنده دارد.

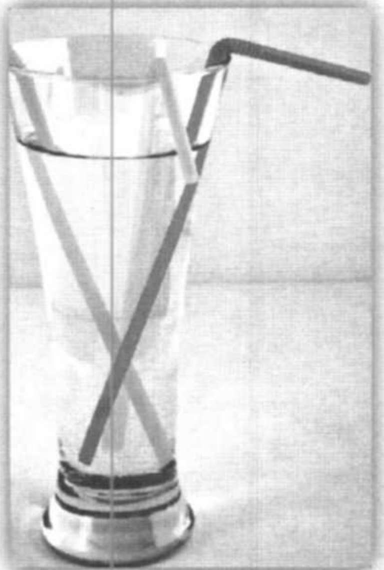
شکست نور در اجسام شفاف چگونه است؟

در ابتدای کتاب درباره سرعت نور گفتیم و این‌که سرعت نور در محیط‌های مختلف و مصالح مختلف متفاوت می‌باشد. برای مثال سرعت نور در خلاء ۳۰۰۰۰۰ کیلومتر بر ثانیه است اما سرعت آن در آب ۲۲۰۰۰۰ کیلومتر در ثانیه و در شیشه ۲۰۰۰۰۰ کیلومتر در ثانیه است.

دانشمندان شکست نور را این‌گونه تشریح می‌کنند:

تفاوت سرعت نور باعث می‌شود که راستای پرتو نور هنگام عبور از یک محیط به محیط دیگر شکسته شده و به این پدیده شکست نور می‌گویند. برای مثال وقتی نور از جسمی با شفافیت بالا (مانند: آب، هوا یا شیشه) وارد محیط غیر شفاف می‌شود سرعت نور کاهش یافته و مسیر حرکت آن نیز تغییر می‌کند.

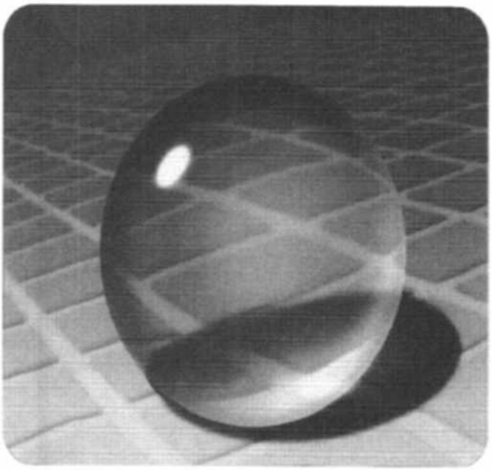
به لیوان شکل زیر نگاه کنید. زاویه‌ای که نور با خط عمود می‌سازد هنگامی‌که در هواست با هنگامی‌که نور وارد محیط آب می‌شود متفاوت است.

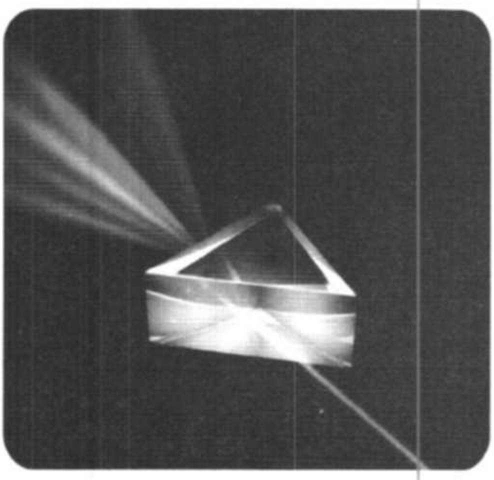


ما هر روز با شکست نور سر و کار داریم مانند تغییر محیط نور از جسم شفاف به جسم شفافی دیگر مثل عبور از هوا به شیشه یا عبور نور از هوا به شیشه که باعث گرمای محیط نیز می‌شود.

هم‌چنین تغییر محیط نور از هوا به آب، آب به هوا، آب به شیشه یا شیشه به آب نیز در محیط اطرافمان زیاد است. نمونه‌ای از تغییر محیط نور از هوا به شیشه می‌توان منشور را مثال زد که وقتی نور سفید به آن تابیده می‌شود نورهای رنگی (۷ رنگ) از سمت دیگر آن تجزیه و مشاهده می‌شود.

منشور جسمی است مثلثی شکل با اضلاع برابر و از جنس بلور که نور پس از عبور از آن تجزیه می‌شود.





چگونه هوا باعث شکست نور خورشید می‌شود؟

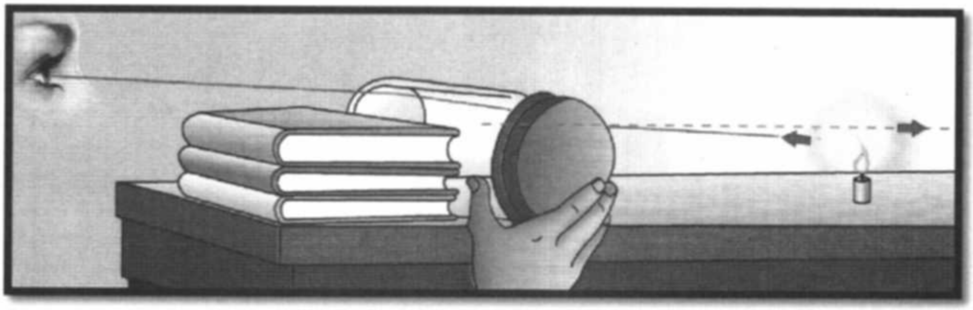
هر روز صبح خورشید از سمت شرق و از خط افق شروع به طلوع می‌کند و هر غروب از سمت غرب به طرف افق ناپدید می‌شود.

آیا می‌دانستید که هوا باعث می‌شود ما وقتی‌که خورشید در جایی است که دیده نمی‌شود، نورش را ببینیم؟

برای ادارک این موضوع آزمایشی انجام دهیم. برای این کار به یک شیشه‌ی بزرگ با درپوش، یک شمع و چند کتاب نیاز داریم.

شیشه را به پهلو قرار دهید و چند کتاب را کمی جلوتر و کنار شیشه بگذارید. ارتفاع کتاب‌ها باید $\frac{۲}{۳}$ ارتفاع شیشه باشد. حال شمعی کوتاه را در فاصله ۱۵ سانتی‌متری از کتاب‌ها قرار دهید.

ارتفاع شمع باید حداکثر نصف ارتفاع کتاب‌ها باشد. می‌بینید که شمع از پشت کتاب‌ها دیده نمی‌شود. حال شیشه را پر از آب کرده و در همان محل قرار دهید. می‌بینید که شمع کوتاهتان دیده می‌شود. این مساله به دلیل شکست نور است.



پدیده سراب چیست؟

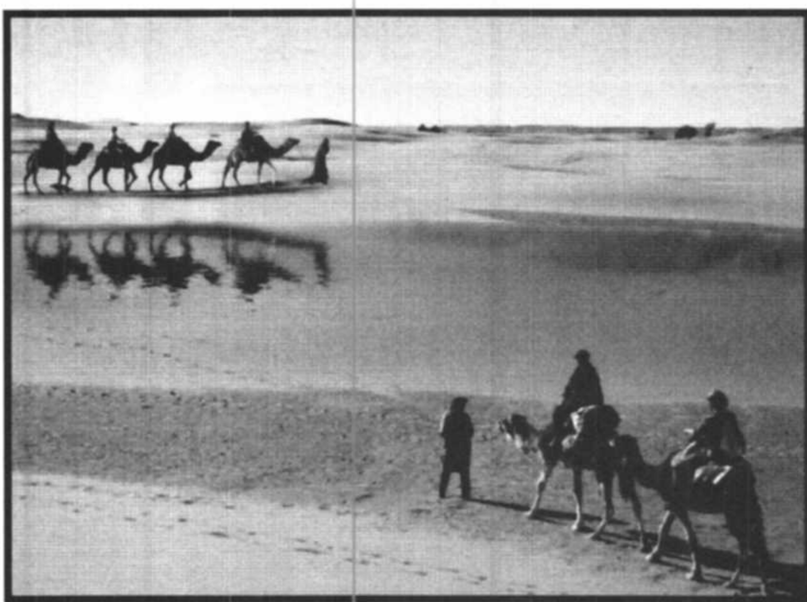
در روزهای گرم و مرطوب چه اتفاقی برای نور می‌افتد؟

در اتمسفر هوا همیشه مقداری رطوبت وجود دارد اما وقتی‌که این مقدار به طور قابل ملاحظه‌ای افزایش می‌یابد بر تابش نور تاثیر می‌گذارد.

نور با سرعت بالایی در هوا در حال حرکت است و وقتی‌که به هوای مرطوب نزدیک به سطح زمین می‌رسد، سرعتش به سرعت کاهش می‌یابد.

دانشمندان عقیده دارند که سرعت حرکت نور در فضا و هوای مرطوب متفاوت است. همان‌گونه که سرعت نور در آب و شیشه تفاوت دارد و همان‌طور که نور زمانی‌که از هوا می‌گذرد و وارد آب

می‌شود سرعت و زاویه‌اش تغییر می‌کند و پدیده شکست نور اتفاق می‌افتد، زمانی هم که از فضا گذشته و به هوای مرطوب می‌رسد باز هم شکست نور ایجاد می‌شود.



ممکن است شما هم چنین شکست نوری را دیده باشید. زمانی‌که خورشید در حال طلوع و یا غروب است (خورشید به خط افق نزدیک باشد) و در هوای گرم و مرطوب در جاده قرار گیرید هاله‌ای از آب روی زمین می‌بینید که به دلیل شکست نور است و در هنگامی‌که نور به هوای مرطوب برخورد می‌کند، ایجاد می‌شود.



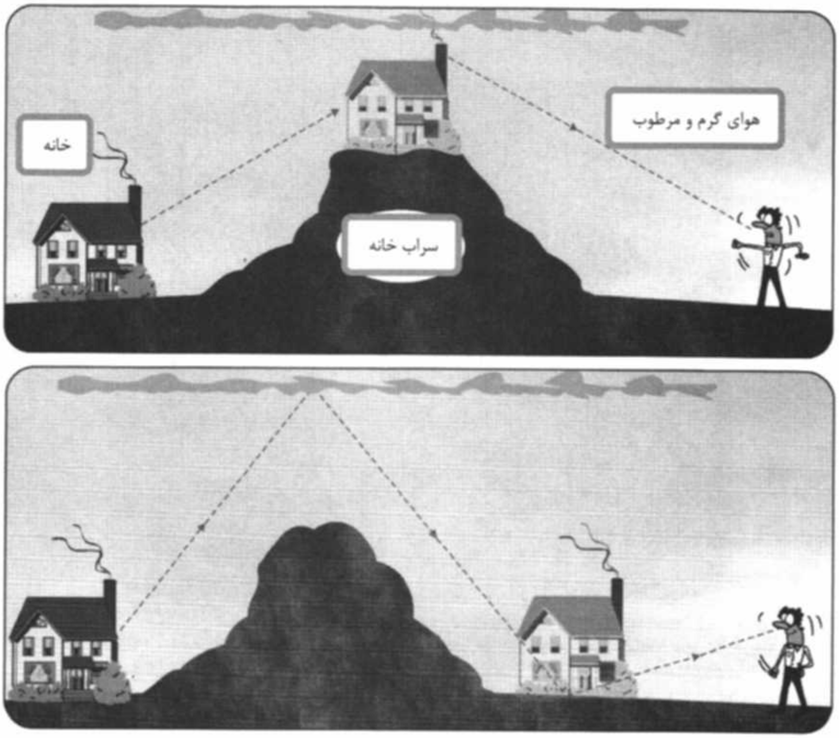
چرا جاده‌های خشک، مرطوب به نظر می‌رسند؟



هنگامی‌که در یک جاده آسفالت شده یا در بیابان مشغول رانندگی هستید و هوا گرم و داغ است، روی جاده چاله‌ای آب می‌بینید و وقتی به آن نزدیک می‌شوید محو می‌شود. اما اگر به جای قبلی‌تان بازگردید دوباره چاله آب را خواهید دید.

در هوای آفتابی در روی زمین چاله‌های آب دیده می‌شود که با نزدیک شدن به آن ناپدید می‌گردند.

در حقیقت هیچ چاله آبی روی جاده وجود ندارد، این آب براثر خطای چشم دیده می‌شود. به این پدیده سراب می‌گویند. در حقیقت سراب خیال و تصور آب یا آبادی است که در بیابان به چشم فرد می‌رسد و علت پیدایش آن همان‌طور که اشاره کردیم این است که در روزهای گرم نور خورشید سطح زمین را گرم می‌کند و لایه‌های نزدیک سطح زمین نسبت به لایه‌های بالاتر گرم‌تر و رقیق‌تر می‌شوند. حال نور خورشید باید از محیط غلیظ وارد محیط رقیق شود و در نتیجه شکست نور اتفاق می‌افتد. لایه هوا مانند آینه‌ای آسمان را منعکس می‌کند و به نظر می‌رسد که برکه‌ی آب در روبرویمان است.



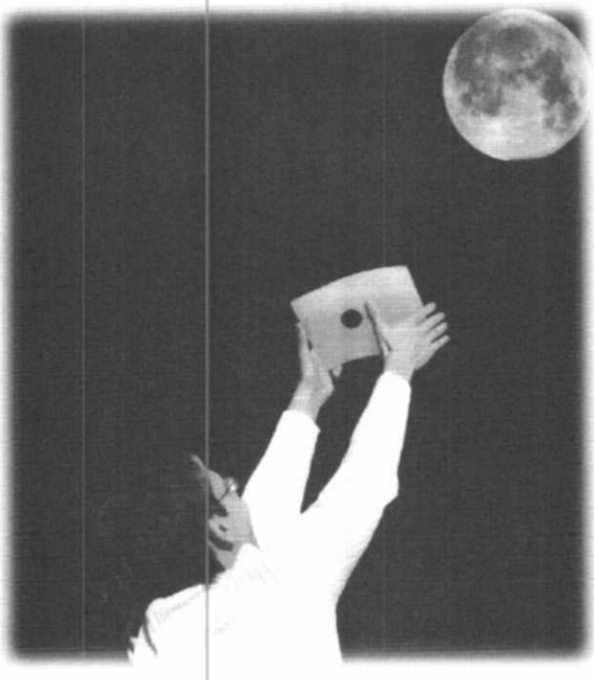
چرا ماه هنگامی‌که در حال بالا آمدن است بزرگ‌تر به نظر می‌رسد؟

هنگامی‌که ماه در نزدیکی خط افق و در حال بالا آمدن است بسیار بزرگ دیده می‌شود ولی هرچه بالاتر می‌آید، کوچک و کوچک‌تر می‌شود. دلیل این تصور چیست؟

یکی از دلایلی که برای توضیح این اتفاق وجود دارد، رطوبت موجود در هواست که باعث شکست در نور ماه شده و هنگامی‌که ماه به افق نزدیک است بزرگ‌تر به نظر می‌رسد.

باتوجه به آنچه تاکنون خواندیم به نظر نمی‌آید که شکست نور باعث تغییر اندازه در اجسام شود. پس چرا هنگامی‌که ماه در وسط آسمان قرار می‌گیرد کوچک‌تر به نظر می‌رسد. هنگامی‌که در حال بالا آمدن است آن‌را پشت درختان و خانه‌ها مشاهده می‌کنیم و به نظرمان بزرگ‌تر و نزدیک‌تر است. دلیل این مسئله این است که چشمان ما قدرت اندازه‌گیری مسافت بین ماه و درختان و ساختمان‌ها ندارد و نمی‌تواند هزاران مایل بین زمین تا ماه را تشخیص دهد پس آن‌را نزدیک و بزرگ تصور می‌کند. ولی بعد از این‌که ماه بالا آمد چشم هیچ شئ برای مقایسه با آن ندارد و به نظر می‌آید که ماه نسبت به حالت قبل کوچک‌تر و دورتر است.

برای اثبات این مسئله یک آزمایش انجام دهید و ماه را اندازه‌گیری کنید. یک کاغذ نازک یا طلق بی‌رنگ انتخاب کنید. آن‌را به سمت آسمان و زمانی که ماه در حال بالا آمدن است بگیرید و با ماژیک تصویر ماه را روی کاغذ رنگ کنید، باردیگر زمانی که ماه کاملاً بالا آمد و در بالای آسمان قرار گرفت همین کار را تکرار کنید. از دیدن نتیجه‌اش شگفت زده خواهید شد.



چگونه می‌توان اشیا را ناپدید کرد؟

سال‌هاست که شعبده‌بازها مخاطبانشان را با استفاده از قوانین شکست و انعکاس نور مسحور می‌کنند. در سالن‌های شعبده‌بازی بزرگ جسمی را روی میز می‌گذارند و آن را برای شما ناپدید می‌کنند، این شعبده‌بازی با استفاده از نور انجام می‌گیرد.

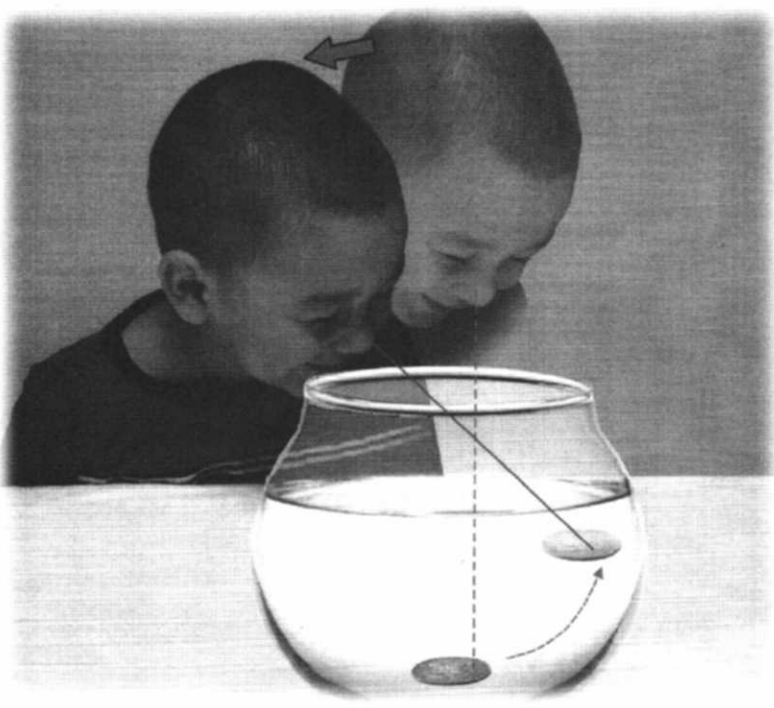
بیایید قانون شکست نور را مرور کنیم تا بدانیم این اتفاق چگونه رخ می‌دهد.

می‌دانیم که وقتی نور از محیطی وارد محیط دیگری می‌شود سرعت، حرکت و زاویه‌اش تغییر می‌کند و شکست نور اتفاق می‌افتد و به معنای این است که نور به صورت خط راست ولی با زاویه دیگری به مسیرش ادامه می‌دهد. بنابراین وقتی نور از هوا وارد آب می‌شود شکسته شده و زاویه‌اش تغییر می‌کند و بر عکس وقتی نور از آب عبور کرده و به هوا یا شیشه برسد بازجهت اشعه نور تغییر کرده و شکسته می‌شود. این مسئله به دلیل تغییر محیط اتفاق می‌افتد.

ما هم می‌توانیم با استفاده از یک کاسه مات، کمی آب و یک سکه شعبده‌بازی کنیم.

سکه را داخل کاسه بیندازید و از بالا طوری نگاه کنید که سکه را نبینید، حال اگر یک نفر دیگر با پارچ داخل کاسه را پر از آب کند، شما می‌توانید سکه را ببینید. یادتان باشد که شما باید حرکت نکرده و در همان‌جا بمانید.

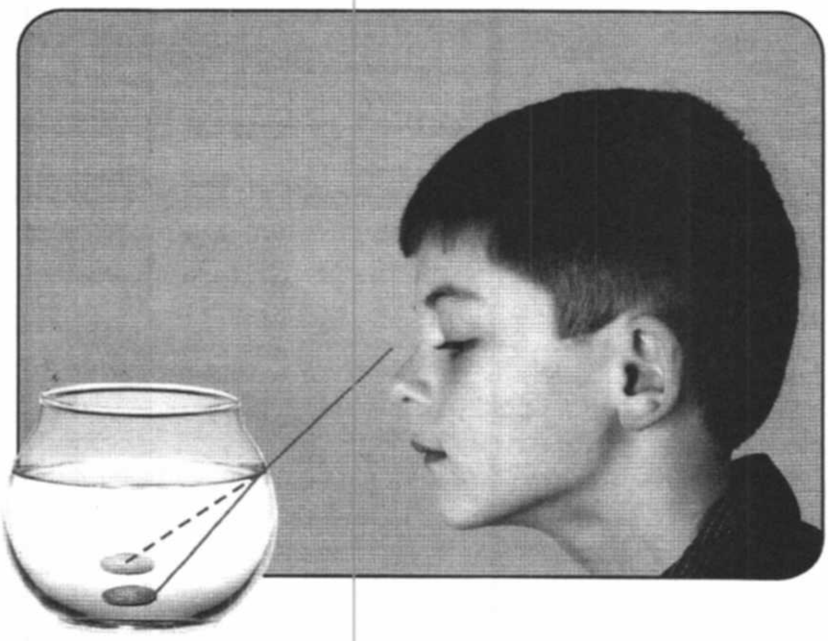
اکنون به دلیل شکست نور توانستید سکه‌ای را که اول نمی‌دیدید با افزودن آب ببینید.



حال بیایید آزمایشی انجام داده و سکه را ناپدید کنید.

این بار درون کاسه‌ی بزرگی، سکه‌ای بیندازید، سپس مانند بار قبل آب را اضافه کنید. اگر به صورت مستقیم به آن نگاه کنید سکه را می‌بینید. حالا کم کم زانوهایتان را خم کرده و به سمت پایین بروید ولی چشمتان به سکه باشد. هرچه پایین‌تر می‌روید می‌بینید که جای سکه تغییر می‌کند و از سمت دیگر کاسه رو به بالا دیده می‌شود و وقتی بیشتر و بیشتر پایین بروید سکه‌ی درون آب ناپدید شده و دیگر آن را نمی‌بینید.

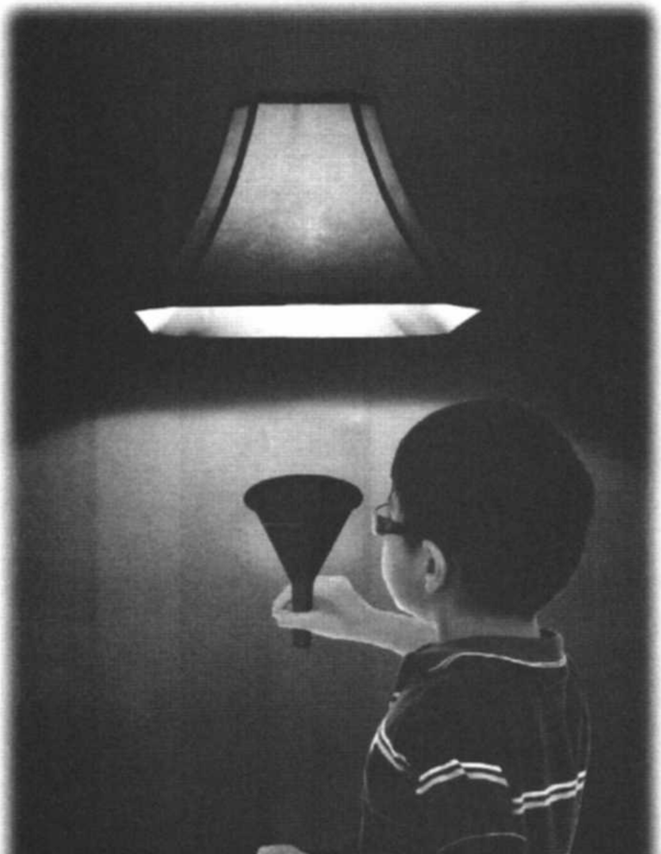
در حقیقت وقتی شما در کنار لبه‌ی تنگ یا کاسه به سمت پایین می‌روید زاویه شکست نور بیشتر می‌شود تا جایی‌که به نقطه‌ای می‌رسد که سطح آب مانند یک آینه عمل می‌کند و شما قادر به دیدن سکه نیستید. به این زاویه که در آن سکه ناپدید شده و قابل دیدن نیست زاویه بحرانی می‌گویند.



چگونه میله‌ی شیشه‌ای را ناپدید کنیم؟

حقه‌ی دیگری که می‌توان با آن ناپدید شدن جسم را نشان داد استفاده از قیف رنگی می‌باشد. برای این کار روی وسط نیمه بالایی قیف سوراخی ایجاد کنید که قطر آن حدوداً ۱ سانتی‌متر باشد. سپس میله‌ی شیشه‌ای تمیزی (مثل نی شیشه‌ای) را درون قیف قرار داده به طوری‌که $\frac{۱}{۲}$ میله درون قیف قرار گیرد.

حال قیف و میله‌ی درون آن را درست زیر نور آباژوری قرار دهید و زیر چشمی از سوراخی که روی قیف درست کردید به میله نگاه کنید. نوری که از بالا تابیده می‌شود باعث می‌شود که میله‌ی شیشه‌ای ناپدید شده و دیده نشود.



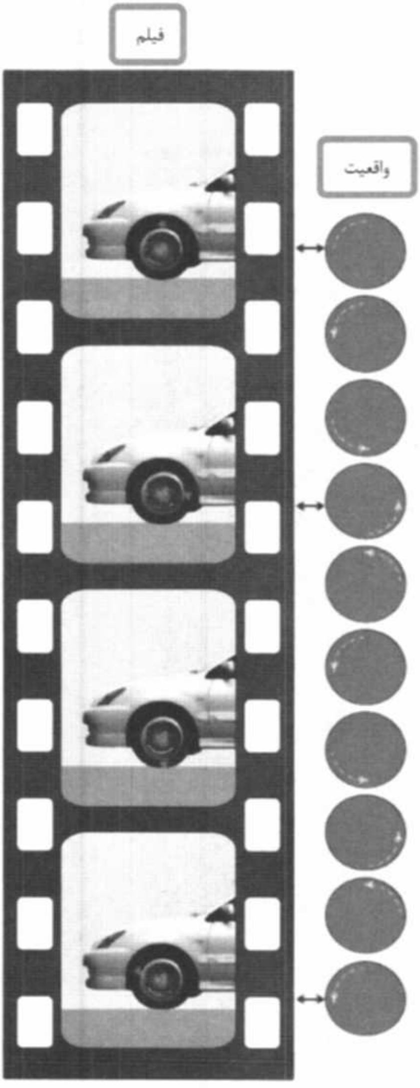
چرا چرخ‌های در حال حرکت به نظر می‌آیند برعکس می‌چرخند؟

احتمالاً شما هم وقتی به چرخ‌های در حال گردش در سینما یا تلویزیون خیره می‌شوید، حرکت آن برخلاف جهت را حس کرده‌اید.

برای درک این اثر چشمی عجیب باید از نحوه‌ی حرکت سکانس‌های فیلم که بر روی پرده دیده می‌شوند، بدانید.

فیلم از عکس‌هایی تشکیل شده که به هم وصل هستند و یکی پس از دیگری با سرعت خیلی کم و با کسری از ثانیه دیده می‌شود.

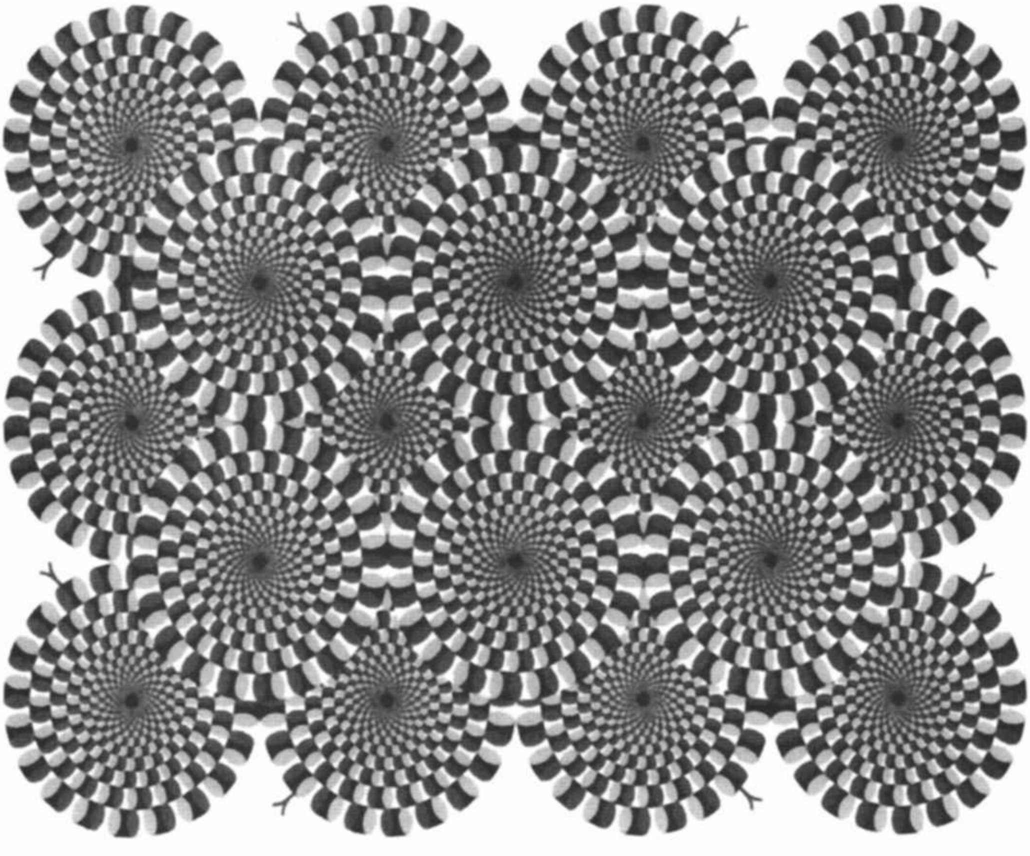
وقتی صحنه‌های حرکت چرخ‌های ماشین روی جاده یا چرخ‌های هواپیما هنگام بلند شدن از روی زمین دیده می‌شود به نظر می‌آید دارند برعکس می‌چرخند اما این‌گونه نیست. این مسئله به دلیل خطای چشم یا پدیده استروبوسکوپیک است.





برای مثال به حرکت چرخ ماشین در تصویر بالا که به صورت فیلم درآورده شده نگاه کنید، در تصویر اول به نظر نمی‌آید چرخ برخلاف می چرخد اما در عکس‌های سوم و چهارم احساس می‌کنید که چرخ برعکس در حال حرکت هستند.

حال با آزمایشی این اثر را ببینید. برای این کار دایره‌ای بکشید و در آن حداقل ۶ دایره‌ی متحدالمرکز بکشید. سپس درون هر دایره را مانند چرخ دنده با رنگ‌های متفاوت ولی با فاصله‌های یکسان، رنگ‌آمیزی کنید، سپس هر دایره کامل را نسبت به دایره کناری‌اش بچرخانید. حال وقتی صفحه‌تان جلو یا عقب برده یا بالا و پایین ببرید احساس می‌کنید که اشکالتان در حال حرکت هستند درحالی‌که در واقعیت این‌گونه نیست. این مثال همانند چرخش اتومبیل یا هواپیماست که به دلیل خطای چشم به نظر می‌رسد که سمت مخالف می‌چرخند و اثر استروبوسکوپیک و وجود نور آن را ایجاد می‌کند.



به نظر می‌آید دایره‌ها در حال حرکت هستند.

چگونه یک استروبوسکوپ بسازیم؟



می‌توان با استفاده از یک استروبوسکوپ ساده، اثر استروبوسکوپیک نور را امتحان کنید. برای این کار مقوایی را به شکل دایره و به ۱۰ سانتی‌متر ببرید. سپس دایره را به ۸ قسمت مساوی تقسیم کرده هر تکه را به صورت یکی در میان رنگ کنید. اکنون شما ۲ قسمت ٤ تایی دارید که هر ٤ تکه‌اش هم رنگ هستند. سپس وسط دایره را با دریل سوراخ کرده و یک مداد قرار دهید. حال می‌توانید با مداد استروبوسکوپتان شروع به نوشتن کنید.

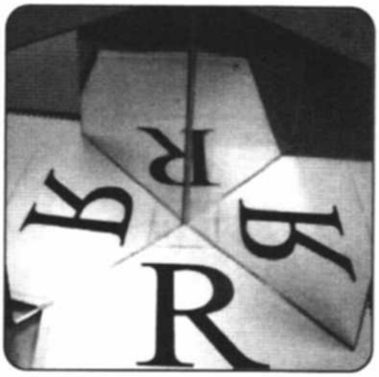


چگونه تصاویر چندگانه ایجاد کنیم؟

همیشه مقداری از اشعه نور انعکاس پیدا می‌کند و اگر سطح براق و صاف و به اصطلاح آینه‌ای باشد، این انعکاس بیشتر خواهد بود و هر تعداد آینه که داشته باشید در همه آن‌ها تصویر منعکس خواهد شد. مثلاً وقتی به لباس فروشی می‌روید که در آن ۳ آینه قدی وجود دارد تصویر خود را در هر ۳ آینه می‌بینید، حتی گاهی تعداد تصویرتان بیشتر هم می‌شود و آن به زاویه‌ای که آینه‌ها با هم دارند، بستگی دارد.

از آینه‌ها می‌توانید برای زیاد کردن پول‌هایتان هم استفاده کنید. برای این کار به یک کاغذ سفید، ۲ آینه و یک سکه نیاز دارید.





البته یادتان باشد اگر ۳ آینه داشته باشید، پول بیشتری می‌بینید.

وقتی ۲ آینه را به صورت موازی و با فاصله روبروی هم می گذارید تعداد تصویرتان نامحدود می شود.

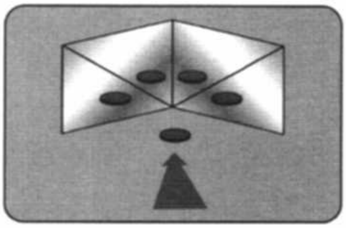
حال با آزمایشی سکه‌تان را زیاد کنید.

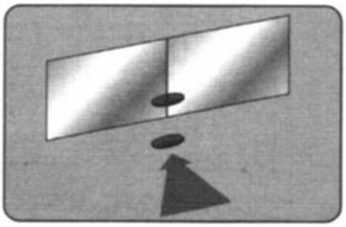
سکه را روی کاغذ سفید و روی میز قرار دهید، ۲ آینه را طوری بگذارید که در یک خط راست قرار گیرند، در این حالت فقط یک تصویر داریم مثل این‌که فقط یک آینه داشته باشیم.

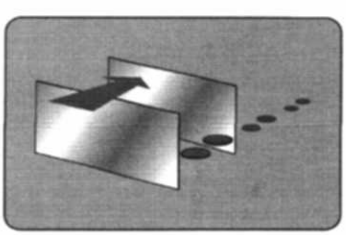
اما وقتی فاصله بین لبه‌های دو آینه را بیشتر می‌کنیم، ٤ تصویر از سکه در آینه‌ها می‌بینیم، که با سکه اصلی تان ٥ سکه دارید.

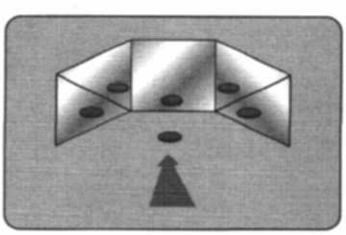
حال از ۳ آینه استفاده کنید، یکی را وسط و دو آینه دیگر را با زاویه در کنار وسطی بگذارید، می‌بینید که تعداد سکه‌ها با سکه اصلی ٦ سکه می‌شود.

حال اگر دو آینه را موازی یکدیگر قرار دهید، بی‌نهایت سکه خواهید داشت.









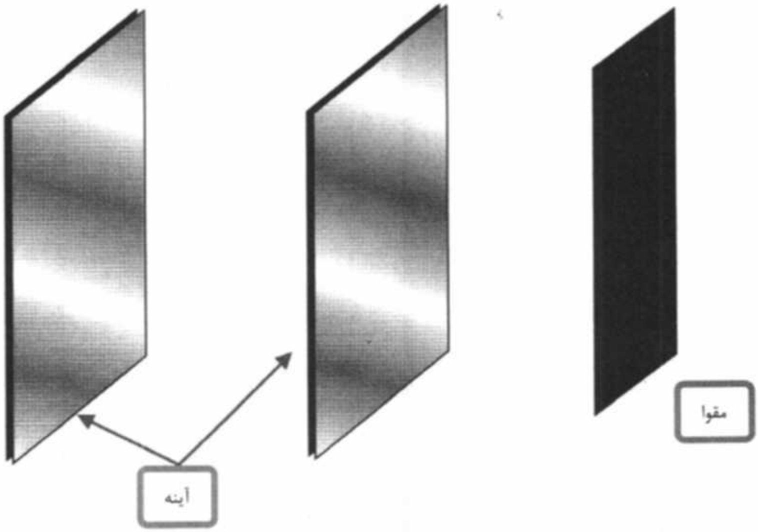
چگونه یک کالیدوسکوپ بسازیم؟

سال‌های بسیاری مردم مسحور تصاویر زیبایی می‌شدند که توسط کالیدوسکوپ ایجاد می‌شدند، این موضوع در یونان باستان فرم زیبا نامیده می‌شده است.

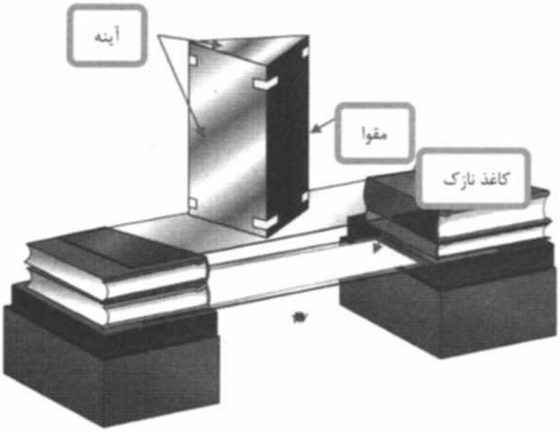
کالیدوسکوپ ساده‌ترین طرح برای ایجاد تصاویر چندگانه است.

برای این‌که شما هم یکی از آن‌ها را بسازید به دو آینه که دقیقاً هم اندازه و مشابه یکدیگرند و هم‌چنین مقوایی به اندازه‌ی آینه‌ها برای وصل کردن آن‌ها نیاز دارید.

دو آینه و مقوا را به صورت مثلث در کنار هم قرار دهید و با چسب بچسبانید به طوری‌که سطح خارجی مثلث، سمت جیوه اندود شده‌ی آینه باشد. سپس آن‌ها را با چسب به هم متصل کرده طوری‌که مانند لولا باشند و بتوان آینه‌ها را باز و بسته کرد.



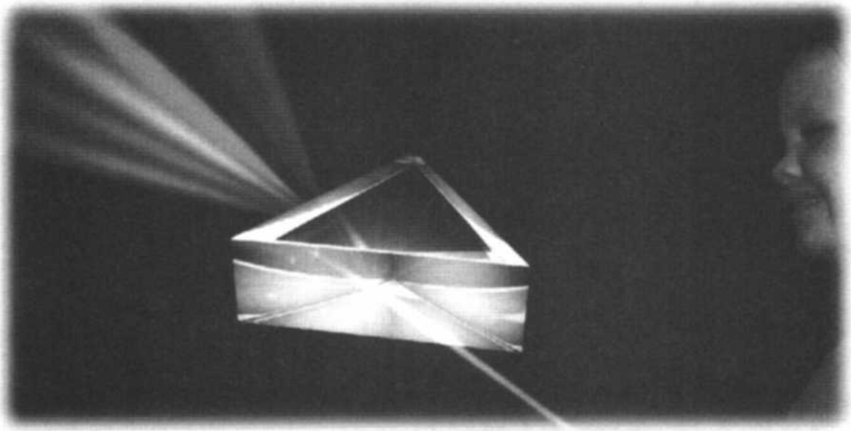
حال به یک میز شیشه‌ای دو طبقه نیاز دارید که فاصله بینشان حدودا ۱۵ سانتی‌متر باشد و از زمین ۲۵ سانتی‌متر فاصله داشته باشند. روی طبقه زیرین را کاغذ سفید گذاشته و روی طبقه بالا کالیدوسکوپ‌تان را بگذارید. (چنین میزی را خودتان هم می‌توانید با استفاده از کتاب و شیشه و حتماً با کمک بزرگ‌ترها درست کنید.). سپس کمی کاغذ رنگی ریز ریز شده را روی کاغذ سفید در طبقه زیرین کالیدوسکوپ قرار داده و به تصویر زیبایی که داخل آینه‌ها ایجاد می‌شود نگاه کنید. شما می‌توانید با حرکت دادن این ذرات روی شیشه تصاویر متنوع خلق کنید.



عدسی و چشم

عدسی چیست؟

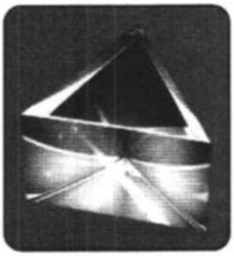
عدسی‌ها تکه‌هایی از شیشه‌های منحنی هستند که با توجه به شکلشان می‌توانند نور را در نقطه‌ای متمرکز یا آن را پراکنده کنند.



عدسی‌ها از شیشه ساخته می‌شوند البته چند سالی است که آن‌ها را از پلاستیک نیز می‌سازند. زیرا ساخت آن راحت‌تر بوده و مانند شیشه شکننده نمی‌باشد.

شکل عدسی‌ها چگونه است؟

در حالت کلی ما سه نوع شکل از عدسی‌ها داریم و می‌توان با ترکیب این سه نوع انواع مختلفی از عدسی‌ها را ساخت.



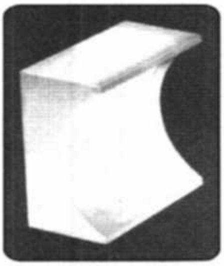
۱- منشور:

منشور مثلثی شیشه‌ای است و یکی از انواع عدسی‌هاست. اگر از یک طرف منشور به سمت دیگر آن نگاه کنید، اشکال را به صورت کشیده و عریض می‌بینید.



۲- عدسی محدب:

یکی دیگر از اشکال پایه‌ای عدسی‌ها، عدسی محدب است که آن را عدسی کوژ هم می‌نامند. عدسی محدب دارای شکمی برآمده است که در وسط ضخامتش زیاد و در لبه‌ها کم‌تر می‌شود. اگر دو عدسی محدب را به هم بچسبانیم شکل () ایجاد می‌شود.

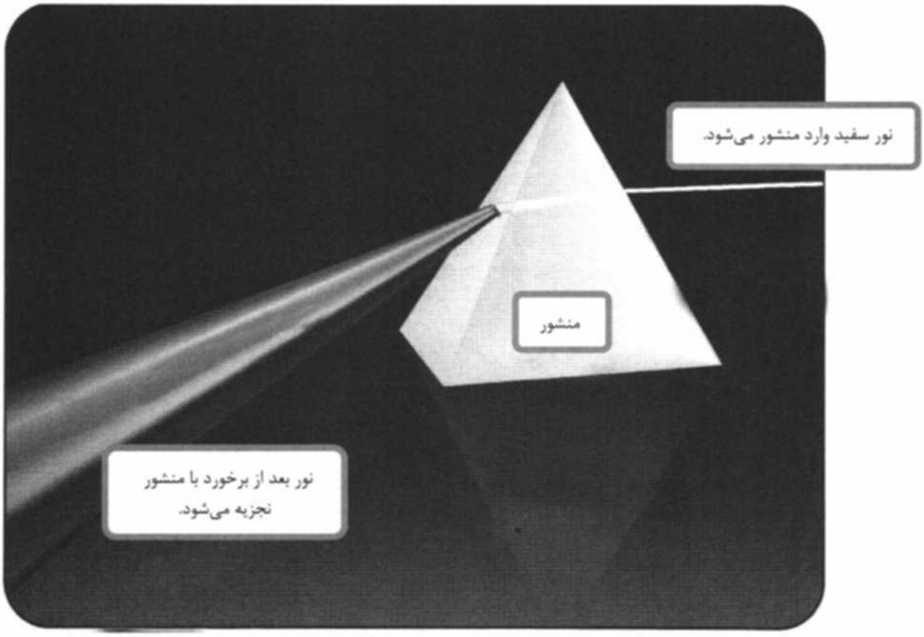


۳-عدسی مقعر:

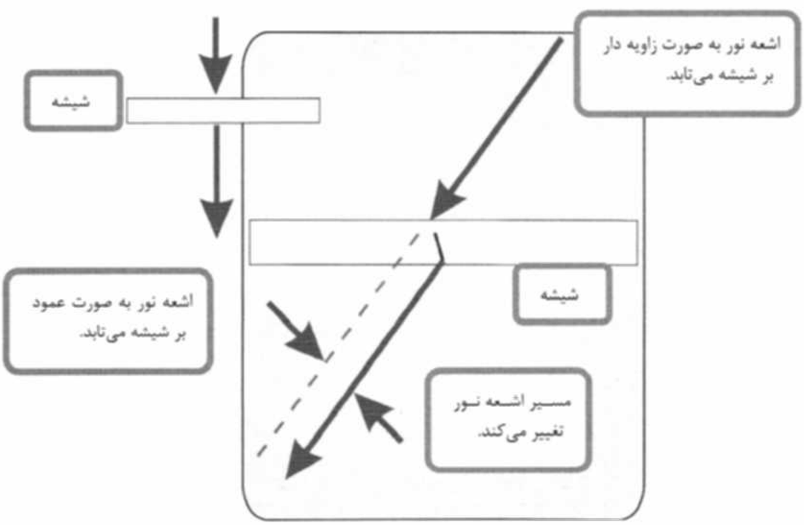
سومین شکل از عدسی‌ها، عدسی مقعر یا کاو است. این عدسی فرو رفتگی دارد و ضخامت آن در مرکز کمتر از طرفین است. اگر دو عدسی مقعر را به هم بچسبانیم شکل)(ایجاد می‌شود.

تجزیه نور توسط منشور چگونه است؟

برای این که عدسی‌ها و چگونگی شکست نور در آن‌ها را بهتر بشناسیم بیائید طرز کار منشور را مرور کنیم. اگر باریکه‌ای از نور سفید به منشور تابیده شود، نور شکسته شده و به ۷ رنگ رنگین کمان تجزیه و تفکیک می‌شود. ولی چرا وقتی نور به شیشه‌ای صاف برخورد می‌کند تشکیل رنگ‌های رنگین کمانی نمی‌دهد؟ وقتی که نور به صورت عمود به سطح شیشه برخورد می‌کند با همان زاویه از آن خارج می‌شود و نور خارج شده هیچ تغییری نمی‌کند. اما وقتی نور با زاویه به سطح شیشه برخورد می‌کند، زاویه‌اش تغییر کرده و شکسته می‌شود.

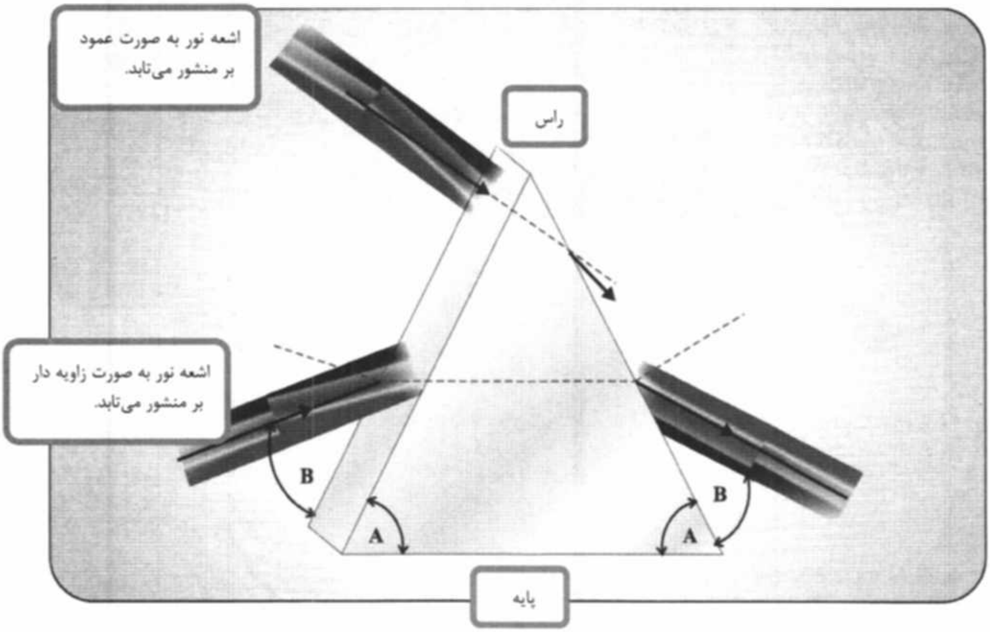


نور هنگامی که از هوا وارد شیشه می‌شود جهت حرکتش تغییر کرده و شکسته می‌شود، و بعد از آن هنگامی که نور از محیط شیشه خارج و وارد هوا می‌شود هم شکست دیگری اتفاق می‌افتد و باز زاویه نور خارج شده تغییر می‌یابد و در نهایت زاویه‌ی نوری که به سطح منشور برخورد می‌کند با نوری که از سطح منشور خارج می‌شود متفاوت است و مسیر آن تغییر می‌یابد، به این تغییرات در نوری که منتقل می‌شود **جابجایی** می‌گویند.



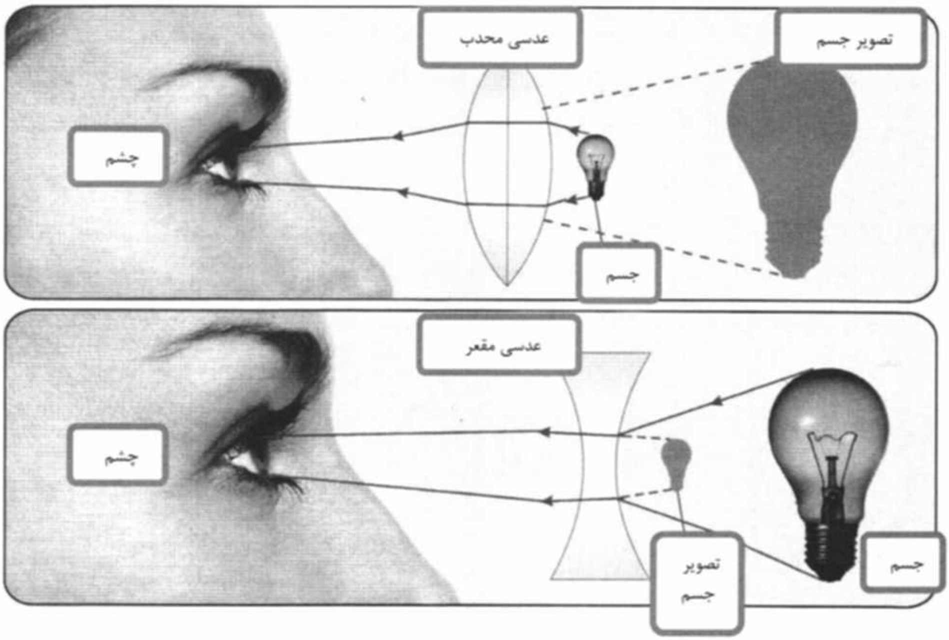
منشورها معمولاً از شیشه ساخته می‌شوند البته منشورهایی از جنس پلاستیک‌های بی‌رنگ هم داریم. شکل آنها به صورت مثلث است، در حقیقت برای ساختن منشور باید دو قطعه شیشه‌ی مثلثی که زاویه‌ی قاعده‌شان برابر است را به موازات هم قرار داده و سه طرف خالی آنها را نیز شیشه قرار داد. فقط یادتان باشد که مثلث‌ها حتماً باید متساوی الساقین بوده و به صورت موازی هم قرار گیرند.

اگر نوری که به سطح منشور تابیده می‌شود به صورت عمود بر آن باشد زاویه‌اش کمی تغییر کرده و از آن خارج می‌شود و این تغییر کم زاویه به دلیل آن است که نور از هوا وارد شیشه و از شیشه وارد هوا شده و پدیده‌ی **شکست نور** اتفاق می‌افتد. اما هنگامی که نور با زاویه به سطح منشور برخورد می‌کند شکست نور در آن خیلی بیشتر شده و تغییر زاویه‌اش بیشتر می‌شود.

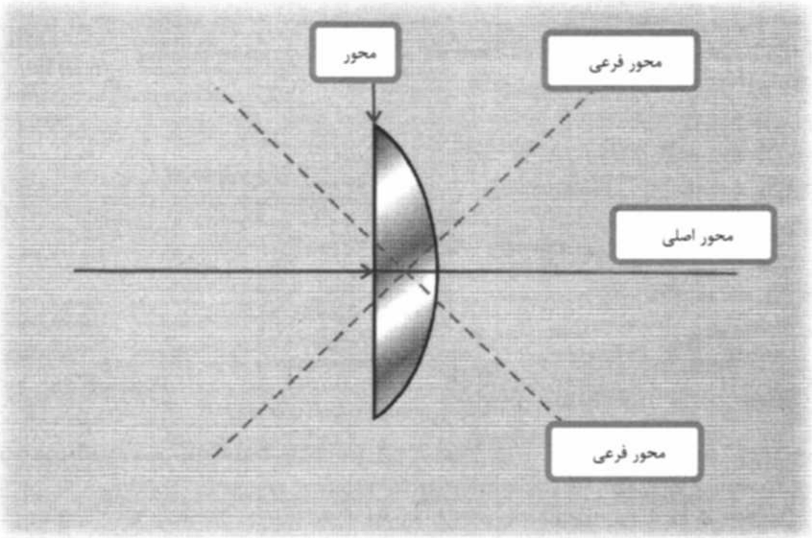


نور پس از عبور از عدسی محدب و مقعر چه تغییری می‌کند؟

اگر شما یک عدسی محدب یا مقعر را روبه‌روی خود قرار دهید می‌توانید یک خط صاف از بالا تا پائین آن در ذهنتان بکشید. به این خط عمودی که از مرکز عدسی‌تان هم عبور می‌کند **محور عدسی** می‌گویند. حال خط افقی دیگری در ذهنتان بکشید به طوری که از مرکز عدسی عبور کند، به این خط نیز محور اصلی عدسی می‌گویند. حال هر خط زاویه داری که از مرکز عدسی بگذرد محور ثانویه نامیده می‌شود.

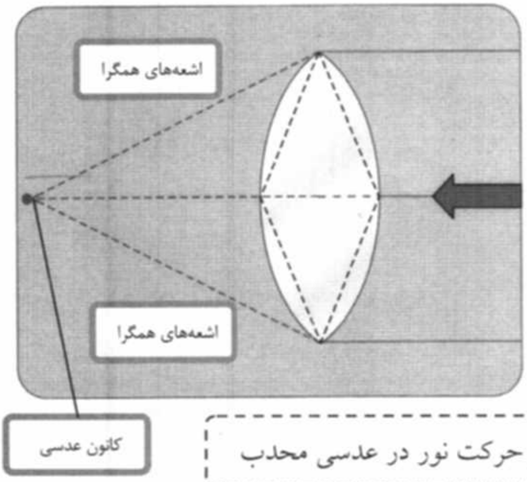


دانشمندان دریافته‌اند که نوری که از عدسی عبور می‌کند اگر در راستای محور اصلی حرکت کند، بدون تغییر در زاویه حرکت می‌کند و بدون انقطاع به مسیرش ادامه می‌دهد. البته مقداری از اشعه‌های نور که به عدسی برخورد می‌کنند از آن منعکس می‌شود، مانند سنگ ریزه که داخل آب می‌اندازید و چندین موج روی آب ایجاد می‌کند در حالی که به نظر می‌رسد یک سنگ ریزه یک موج را درست کند.



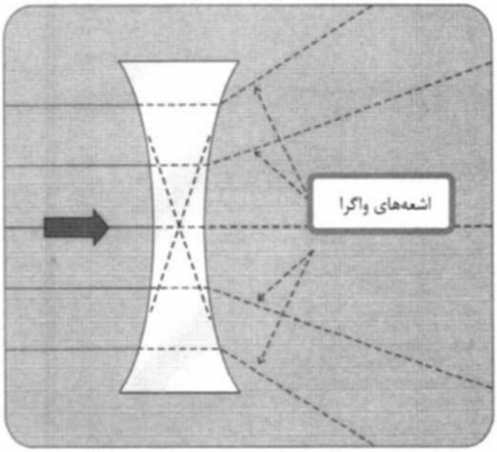
هنگامی که جسمی را پشت عدسی می‌گذارید و می‌خواهید تغییرات آن را از سمت دیگر عدسی ببینید یادتان باشد که جسمتان باید روشن و درخشان باشد و یا از منبعی به آن نور تابیده شود، حال بیائید با هم ببینیم که نور هنگامی که از روی محور اصلی یا محورهای ثانویه عبور می‌کند چه اتفاقی برایش می‌افتد.

عدسی محدب را به نام عدسی همگرا نیز می‌خوانند. این نام به این دلیل است که وقتی نور از آن عبور می‌کند به صورت یک دسته پرتو به یک نقطه که آن را نقطه‌ی کانونی می‌گویند وارده شده. در حقیقت پرتوهایی که از بالا و پائین یک جسم که در مقابل عدسی قرار دارد به عدسی می‌رسند پس از خروج از عدسی در نقاط متناظرشان و در محلی که تصویر تشکیل می‌شود به هم می‌رسند.



مسیر حرکت نور در عدسی محدب

عدسی محدب مانند این است که دو منشور را از پایه‌شان به هم متصل کرده سپس نور را از سمتی به آن بتابیم، همان طور که در شکل عدسی محدب هم می‌بینید نور از بالا و پائین منشورها به سمت مرکز کانونی که در امتداد پایه منشور است همگرا می‌شود.



در عدسی‌های مقعر ۲ منشور از قسمت بالایی یا رأسشان به هم متصل شده و هنگامی که نور از قسمتی به آن می‌تابد اشعه‌های نور جدا شده و گسترش یافته و اصطلاحاً واگرا می‌شوند. به همین دلیل به عدسی مقعر عدسی واگرا نیز می‌گویند.

در حقیقت وقتی یک دسته پرتو موازی با محور اصلی را بر سطح عدسی بتابانیم پرتوها بعد از شکست در عدسی و عبور از آن از هم دور می‌شوند ولی اگر امتداد این پرتوها را رسم کنیم در یک نقطه روی محور اصلی همدیگر را قطع می‌کنند که این نقطه همان کانون عدسی است.

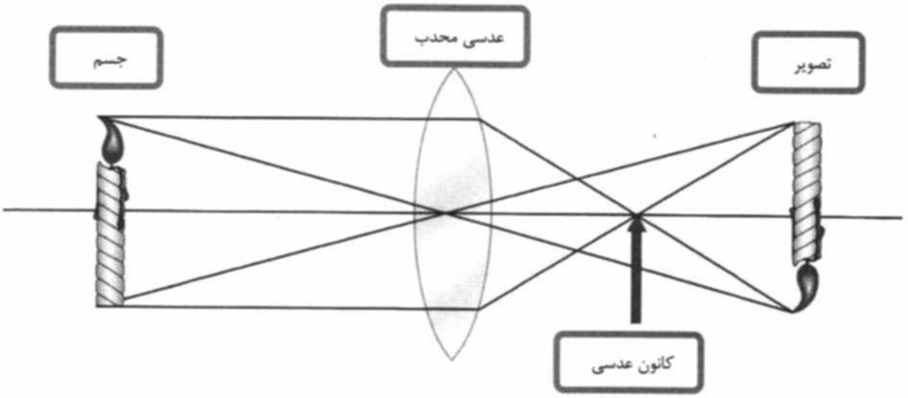
چگونه یک عدسی تشکیل تصویر می‌دهد؟

اگر شما کاغذی در یک دست و ذره بینی در دست دیگر داشته باشید و کنار پنجره رو به منظره‌ی بیرون خانه‌تان بایستید به طوری که ذره بین بین پنجره و کاغذ قرار داشته باشد می‌توانید تصویر منظره‌ی بیرون را روی کاغذی که در دست دارید ببینید. حال اگر فاصله‌ی ذره بین را از کاغذ کم و زیاد کنید می‌بینید که در یک فاصله‌ی مشخص از کاغذ روشن‌ترین و واضح‌ترین تصویر را می‌بینید، به این فاصله که مسافت بین ذره بین تا کاغذ است، فاصله‌ی کانونی می‌گویند.

این حرکت ذره بین به جلو و عقت برای بدست آوردن بهترین تصویر ممکن، دقیقاً همان کاری است که ما هنگام عکسبرداری یا فیلمبرداری با دوربین برای تمرکز یا زوم کردن انجام می‌دهیم.

حرکت جلو و عقت لنز دوربین بهترین تصویر ممکن را روی فیلم ایجاد می‌کند.

اگر این آزمایش را انجام داده‌اید به یک نکته‌ی غیرعادی برخورد خواهید کرد و آن، این است که تصویری که روی کاغذ ایجاد شده وارونه است.



شکل بالا معکوس و وارونه شدن جسم را نشان می‌دهد.



با ذره بین ساده می‌توانید دنیای بیرون اتاقتان را ببینید.

علم چگونه از عدسی‌ها استفاده می‌کند؟

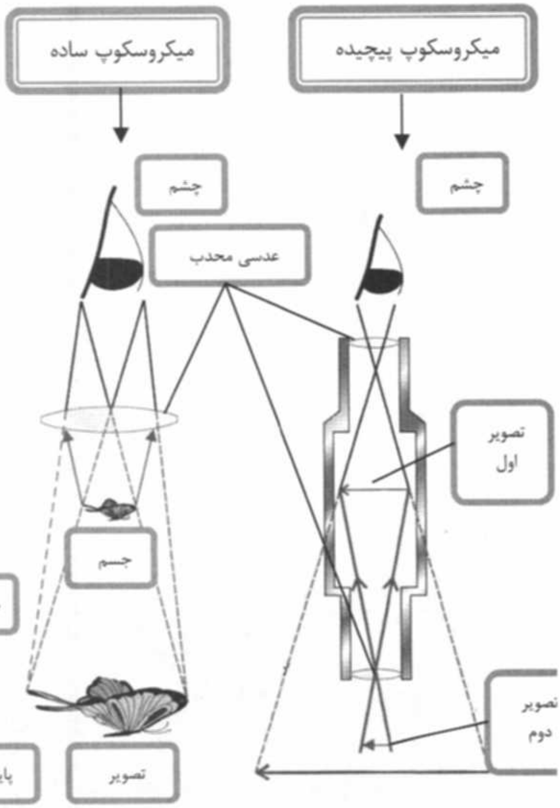
بدون استفاده از عدسی‌ها بسیاری از کشف‌های علمی غیرممکن بود.

ما از عدسی‌ها به عنوان ابزار نوری استفاده می‌کنیم، مانند میکروسکوپ و تلسکوپ که نور را منعکس کرده و اشیاء را بزرگتر از اندازه‌ای که هستند و با چشم عادی دیده می‌شوند نشان می‌دهند.

میکروسکوپ اشیائی را که با چشم به صورت عادی نمی‌توان دید قابل دیدن می‌کند و ما می‌توانیم درباره‌ی سلولهای خون و اجزای گیاهان و زندگی جانورانی مانند باکتری‌ها اطلاعات بسیاری بدست بیاوریم و با بیماریها مبارزه کنیم.

عدسی‌ها برای یادگیری فضا و جهان هم استفاده می‌شوند. تلسکوپ ستاره‌های دور و سیارات را بزرگتر نشان می‌دهد و ما می‌توانیم چگونگی قرارگیری آنها و بسیاری اطلاعات دیگر را بدست آوریم.





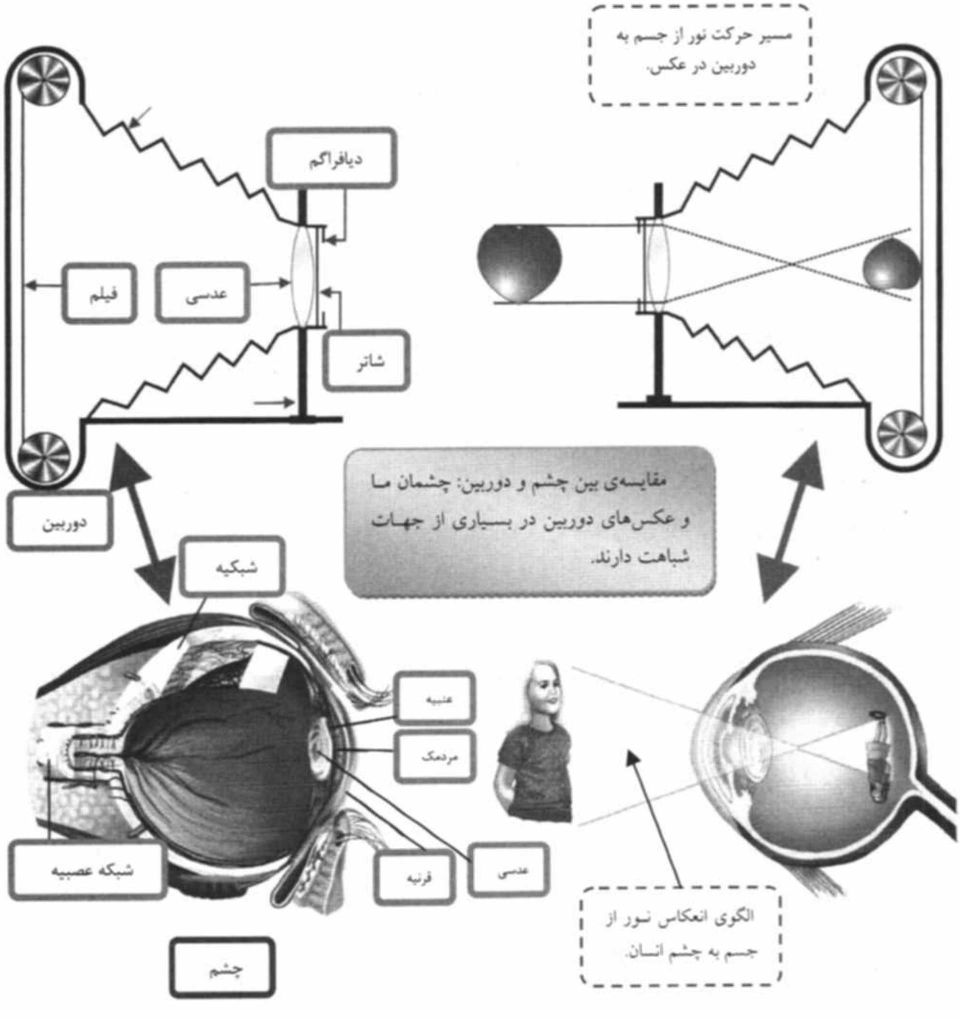
عموماً، چندین عدسی و حتی چندین نوع عدسی در ابزارهای علمی ترکیب می‌شوند. هنگامی که ما از یک نوع لنز استفاده می‌کنیم عدسی ساده داریم مانند ذره بین ولی هنگامی که ۲ یا چند عدسی داریم، ابزار نوری‌مان مرکب نامیده می‌شود. نمونه‌ای از میکروسکوپ مرکب در تصویر بالا نشان داده شده.

با استفاده از چندین عدسی برای انعکاس نور می‌توان اجسام را تا چندین و چند بار بزرگتر نشان داد.

میکروسکوپ‌های مدرن می‌توانند اجسام را تا ۲،٤۰۰ مرتبه بزرگتر نشان دهند.

شباهت چشم و لنز دوربین چیست؟

در صفحات قبل با استفاده از ذره بین آزمایشی انجام دادیم و دیدیم تصویری که روی کاغذ می‌افتد وارونه دیده می‌شود. به عبارتی دیگر عدسی تصویر را معکوس می‌کند.



در بیشتر موارد چشم ما، مانند دوربین عمل می‌کند. اجازه بدهید اول نحوه‌ی کار دوربین را بررسی کنیم تا بهتر بدانید که چشم چگونه عمل می‌کند. در دوربین چهار قطعه‌ی اساسی وجود دارد. اول لنز است که اشعه‌های نور از آن عبور می‌کند و به صورت عکس در فیلم دوربین ایجاد می‌شود. دوم، فیلم است که از ماده‌ای حساس نسبت به نور ساخته می‌شود و مواد شیمیایی خاصی دارد که نور می‌تواند بر آن اثر گذاشته و تصویر خارجی بر آن نقش ببندد. سوم، کنترل کننده‌ای است که با توجه به نوری که از لنز عبور می‌کند متفاوت است و در نتیجه مقدار مناسبی از نور باید در برابر فیلم وجود داشته باشد. و درنهایت ما هنگام عکسبرداری عدسی دوربین را جلو و عقب می‌بریم تا در منظره‌یاب تصویر واضحی از جسم مورد نظر دیده شود در این حالت تصویر حقیقی و معکوس می‌تواند روی فیلم تشکیل شود که با فشار دکمه دیافراگم دوربین باز می‌شود و نور در مدت مشخص به فیلم می‌رسد و تصویر جسم را روی آن به وجود می‌آورد. در دوربین‌های مدرن به جای فیلم یک حسگر وجود دارد.

هنگامی که به آینه نگاه می‌کنید، شما دایره‌ای رنگی در زمینه‌ی سفید چشمتان می‌بینید که در مرکز آن دایره‌ای سیاه وجود دارد. بخش رنگی چشم عنبیه است و قسمت سفیدی چشم که در امتداد قرنیه می‌باشد و تا پشت چشم و تا عصب بینایی ادامه می‌یابد.

در واقع صلبیه بافت نسبتاً محکمی است که دور تا دور کره چشم به جز قرنیه را می‌پوشاند.

مردمک چشم نیز همان دایره‌ی مرکزی سیاه رنگ است که مقدار نور وارد شده به چشم را تنظیم می‌کند. وقتی چشم در محیط پر نور قرار می‌گیرد مردمک تنگ می‌شود تا مقدار نور کمتری وارد چشم شود و برعکس زمانی که چشم در محیط کم نور قرار می‌گیرد مردمک گشاد می‌شود تا نور بیشتری وارد چشم شود. در واقع مقدار نوری که وارد چشم ما می‌شود به وسیله شبکیه چشم کنترل می‌شود. شبکیه از سلولهای حساس به نوع و انواع نرونها تشکیل شده است.

سلولهای استوانه‌ای شکل شبکیه توانایی دید در نور کم و سلولهای مخروطی توانایی دید رنگ‌ها را به ما می‌دهند. ما می‌توانیم کانون دوربین را تغییر دهیم و فاصله بین عدسی و فیلم را کم یا زیاد کنیم. اما در چشم ما چنین اتفاقی نمی‌افتد.

اگر شما به قسمت پشتی چشم نگاه کنید ماهیچه‌هایی را می‌بینید که به عدسی چشم متصل هستند. این ماهیچه‌ها شکل عدسی چشم را کنترل می‌کنند. با تغییر شکل لنز (ضخیم یا نازک‌تر شدن آن) فاصله‌ی کانونی لنز چشم تغییر کرده و در نتیجه فاصله اجسامی که می‌توانیم ببینیم تنظیم می‌شود.



مسیر حرکت نور از جسم به چشم انسان در شبکیه‌ی چشم.



همانند دوربین، شیئ به صورت یک تصویر وارونه بر روی شبکیه چشم انسان قرار می‌گیرد اما این تصویر در مغز به صورت درست پردازش شده و به همین دلیل ما اجسام را به همان صورتی که هستند می‌بینیم نه به صورت معکوس.

چگونه یک تلسکوپ ساده بسازیم؟

برای ساخت یک تلسکوپ ساده به ۲ عدسی محدب و ۲ لوله‌ی کاغذی در اندازه‌های متفاوت نیاز داریم (مقوای‌تان نسبتاً ضخیم و قابل انعطاف باشد به طوری که موقع لوله کردن نشکند)

لوله‌های کاغذی باید به اندازه‌ای باشند که لوله‌های کوچک در داخل لوله بزرگ با مقداری اصطکاک بچرخد.

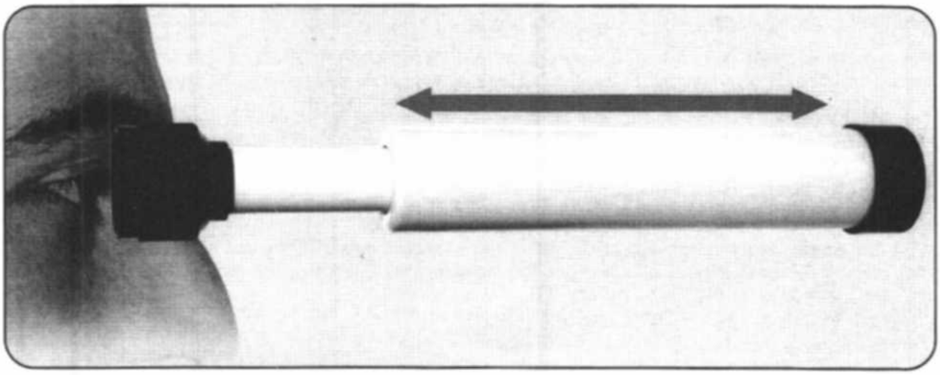
اگر دهانه‌ی لوله‌ی کاغذی‌تان بزرگتر از اندازه‌ی عدسی کوچکترتان بود مقداری کاغذ بریده و به دور عدسی بپیچید تا به اندازه‌ی دهانه‌ی مقوا شود. ابتدا لوله‌ی بزرگ را با مقوا می‌بریم و لوله می‌کنیم به طوری که عدسی محکم در آن قرار گیرد. بعد از لوله کردن مقوا و اطمینان از اینکه دو انتهای آن دارای قطرهای برابر هستند با استفاده از چسب سلفون لبه‌های مقوا را به هم بچسبانید. برای لوله‌های کوچکتر هم به همین روش است فقط دور عدسی را با مقوا بچسبانید تا جایی که عدسی در وسط مقوا قرار گرفته و کاملاً در داخل آن قرار گیرد. حال لوله‌های کوچک را داخل لوله‌ی بزرگ قرار داده به طوری که ۳-۲ سانتی‌متر در داخل لوله‌ی بزرگ برود و به اصطلاح هم‌پوشانی داشته باشد و بتوان با کمی اصطکاک آن را

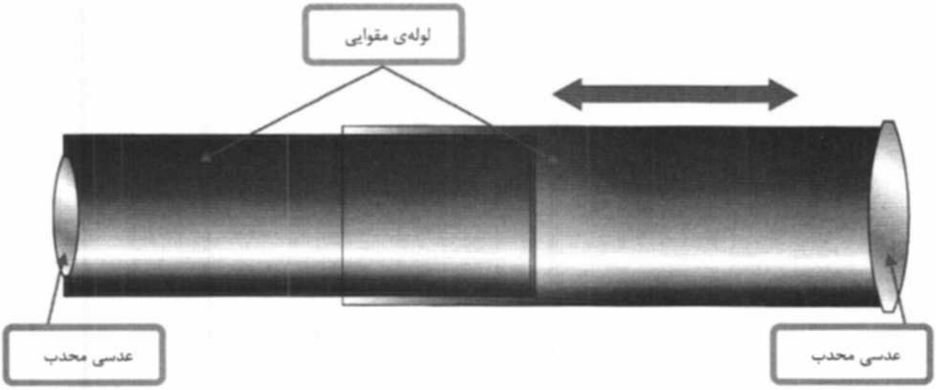
چرخاند.

حال عدسی کوچک را مقابل چشمانتان قرار داده و به فاصله‌ی ٤,٥-٣ متری روبرویتان نگاه کرده و جسمی را به عنوان هدف انتخاب کنید و لوله‌ی کوچک را به جلو و عقب حرکت داده تا هدف انتخابی‌تان را واضح ببینید. اکنون شما یک تلسکوپ ساده ساخته‌اید.

ظاهراً بین چشم انسان و دوربین تفاوت اساسی وجود دارد. ما می‌دانیم که تصویری که با لنز دوربین گرفته می‌شود وارونه است ولی چشم انسان اجسام را به همان صورتی که وجود دارند می‌بینند.

چشم شما هم بی‌شک تصویر را وارونه در داخل مغز ثبت می‌کند ولی مغز آن را به صورت درست به ما نشان می‌دهد.





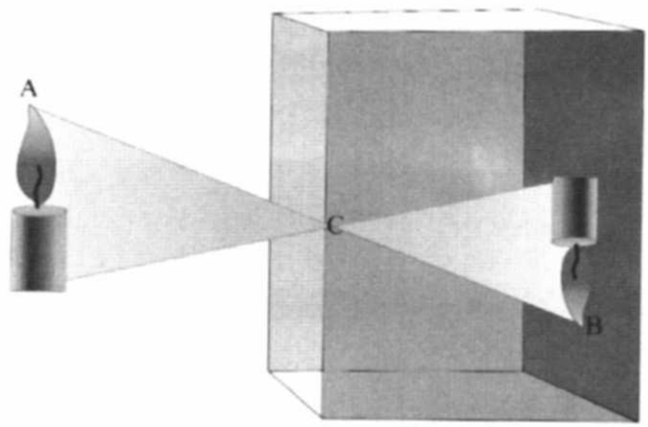
جعبه‌ی تاریک چیست؟

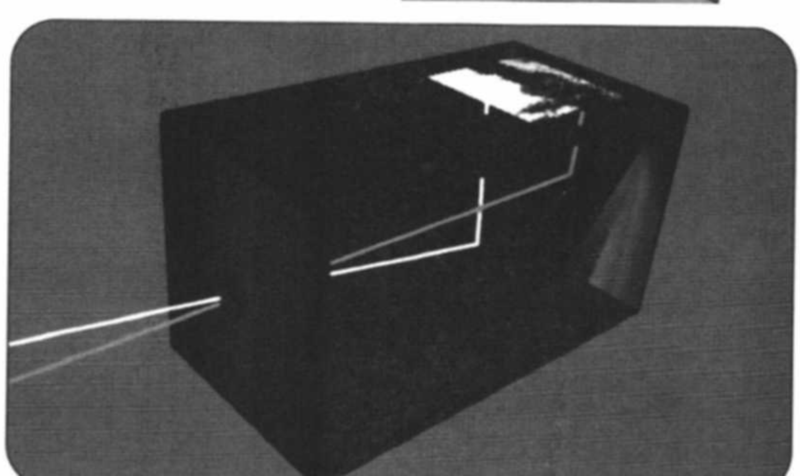
دوربین سوراخ سوزنی، اتاقک تاریک یا جعبه‌ی تاریک که آن را آبسکورا نیز می‌نامند اولین دوربین عکاسی ساده‌ای است که لنز ندارد و نور از سوراخ کوچکی وارد آن می‌شود. در این دوربین‌ها عمق میدان بی نهایت بوده و تمام تصویر فوکوس می‌شود. دوربین سوراخ سوزنی در اصل جعبه یا اتاقکی است که

فقط بر روی یکی از سطوح آن روزنه‌ای ریز وجود دارد و عبور نور از این روزنه باعث می‌شود که تصویری نسبتاً واضح اما به صورت وارونه در سطح مقابلش ایجاد شود.

جعبه‌ی تاریک در حقیقت یک دستگاه نوری است که در طراحی از آن استفاده می‌شده و هنگامی که به اروپا راه یافت به شدت مورد توجه نقاشان برای طراحی دقیق چشم‌اندازها و دیدن دورنمایی صحیح قرار گرفت.

جعبه‌ی تاریک اساس اختراع دوربین عکاسی بوده است که آرام آرام تکمیل شد. نحوه‌ی کار آن به این صورت بود که جعبه‌ای (این جعبه می‌توانست به اندازه‌ی یک اتاق بزرگ باشد یا به اندازه‌ی جالباسی کوچک) با یک سوراخ در یک قسمت آن بود که تصویر بیرون از آن روزنه به ضلع مقابل منتقل می‌شد. اما تصویر ایجاد شده به صورت وارونه بود که در قرن ۱۸ میلادی با قرار دادن آینه‌ای در داخل جعبه تصویر رو به بالا ایجاد می‌شد.





چرا برخی مردم از عینک استفاده می‌کنند؟

هنگامی که شما به جسمی در فاصله دور نگاه می‌کنید لنز چشم شما آن تصویر را روی شبکیه چشم نشان می‌دهد.

حال اگر شما به جسمی در نزدیکی‌تان نگاه کنید شمل لنز چشم‌تان تغییر کرده و تصویر جسم جدید در شبکیه چشمتان ایجاد می‌شود. در حقیقت چشم شما تصاویر را به صورت وارونه روی شبکیه ایجاد می‌کند و مغز ما آن را اصلاح کرده و ما همه چیز را به همان صورتی که وجود دارند می‌بینیم.

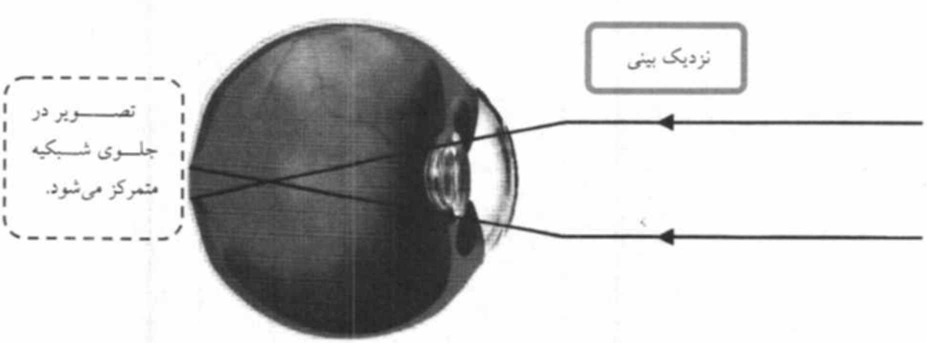
چگونگی کنترل مغز ما بر نشان دادن اجسامی که می‌بینیم سالهای قبل توسط دانشمندان سوئیسی تفسیر شد.

برای اینکه چشم‌ها خوب ببینند، اشعه‌های نور باید توسط قرنیه و عدسی شکسته شوند طوری که روی شبکیه متمرکز شوند، شبکیه تصویری که توسط این اشعه‌های نوری تشکیل شده را دریافت می‌کند و تصویر را از طریق عصب بینایی به مغز می‌فرستد. ضعف بینایی به این معناست که شکل چشم شما نمی‌تواند نور را به صورت مناسب شکسته کند و لذا تصویری که می‌بیند تار است.

نزدیک بینی:

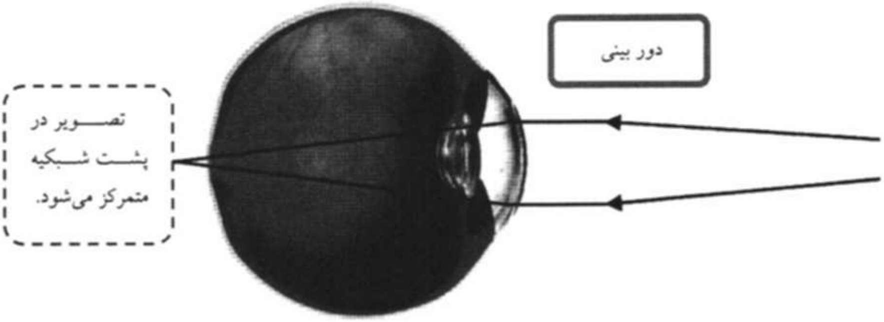
نزدیک بینی یک نقص بینایی است که در آن اجسام نزدیک به طور واضح دیده می‌شود ولی تصویر اجسام دور تار دیده می‌شود و تصاویر روی شبکیه چشم متمرکز نمی‌شود. علت نزدیک بینی طویل شدن کره چشم است که اجازه نمی‌دهد نور روی شبکیه متمرکز شود.

تصویر به صورت مبهم است زیرا قرنیه و عدسی شعاع نور ساطع شده از اجسام دور را در جلوی شبکیه متمرکز می‌کنند.

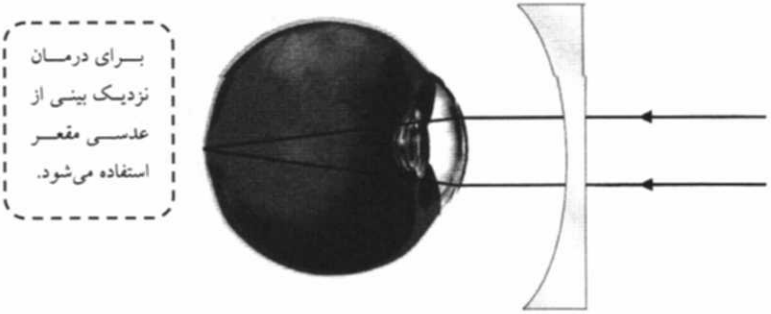


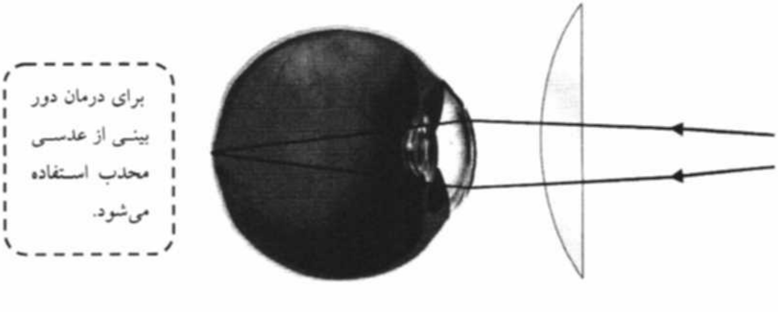
دوربینی:

در دوربینی کره چشم برای تمرکز نور کوتاه است و باعث تمرکز شعاع نوری در پشت شبکیه می‌شود. افراد دوربین برای اینکه جسمی را خوب ببینند باید آن را در دست گرفته و به دور از بدنشان بکشند.



برای درمان نزدیک بینی و دوربینی چشم، از عدسی‌ها استفاده می‌شود. برای نزدیک بینی از عدسی مقعر و برای دوربینی از عدسی محدب استفاده می‌شود. حال انتخاب عدسی ضعیف یا قوی بستگی به میزان مشکلات بینایی فرد دارد.





نقطه‌ی کور چیست؟

نقطه‌ی کور قسمتی از شبکیه‌ی چشم است که عصب بینایی و مویرگهای خونی چشم در آن نقطه از چشم خارج شده و به سمت مغز می‌رود.

در این نقطه سلولهایی که اشعه‌های نور را بگیرند وجود ندارد و به همین دلیل این نقطه معنایی ندارد و اگر تصویری روی این نقطه از شبکیه چشم تشکیل شود، هیچ پیامی به مغز فرستاده نمی‌شود و نمی‌توان آن تصویر را دید.

آزمایش نقطه‌ی کور:

چشم چپ خود را ببندید و این صفحه را در مقابل چشم خود قرار دهید به طوری که حرف x روبروی چشمتان قرار گیرد. حواستان را بر دایره نیز جمع کنید. حال همان طور که به حرف x نگاه می‌کنید به آرامی صفحه را از چشمتان دور کنید. در نقطه‌ای دایره محو خواهد شد و وقتی باز صفحه را دورتر می‌کنید دایره دوباره دیده خواهد شد. زمانی که دایره محو می‌شود زمانی است که اشعه‌های نور روی نقطه‌ی کور شبکیه چشم متمرکز می‌شوند و ما دیگر نمی‌توانیم دیره را ببینیم.

همین آزمایش را با شکل * انجام دهید. می‌بینید که محو شدن دایره در فاصله‌ی کمتری نسبت به قبل ایجاد می‌شود.



پس زمینه چیست؟

تا کنون چیزهای زیادی آموختیم، فهمیدیم که نور با سرعت زیادی در حرکت است و یا وقتی جسمی را می‌بینیم که نور از آن جسم به چشم ما برسد و تصویر روی شبکیه چشم تشکیل گردد. سپس سلول‌های عصب بینایی این تصویر را به مغز ما می‌رسانند و ما هم جسم را همانگونه که وجود دارد می‌بینیم. حال اگر تصویری نقاشی شده در صفحه‌ای مشکی یا تیره را ببینید کمی دیرتر شکل کامل آن را می‌بینید زیرا سرعت فرستادن پیام‌های عصبی به مغز دیرتر می‌شود و مغز باید فکر کند که چه چیزی را می‌بیند.

برای مثال به شکل زیر نگاه کنید.



برای این که کاملاً تشخیص دهید نقاشی روی صفحه‌ی سیاه چیست مغزتان کمی بیشتر زمان صرف می‌کند.

خطای چشم چیست؟

خطای چشم که به آن خطای دید، خطای بصری و خطای باصره نیز می‌گویند به احساس دیدن

تصاویری گمراه کننده، گفته می‌شود. یعنی تصاویری که با چشم دیده می‌شود به صورتی متفاوت با واقعیت در مغز پردازش می‌شود.

پدیده‌ی سراب، رنگین کمان از نمونه‌های خطای دید است.

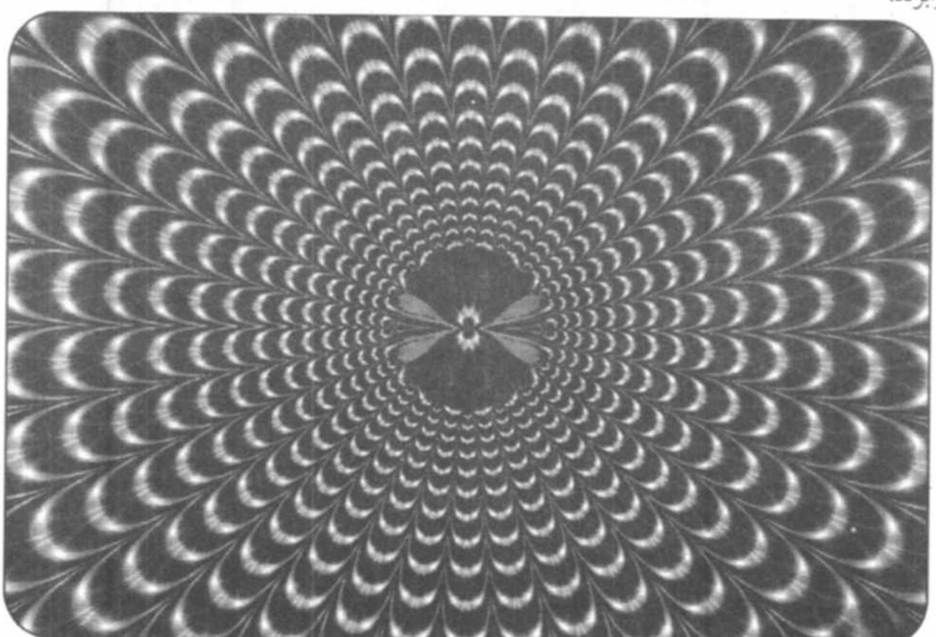
در حقیقت در خطای دید، چشم ما، ما را فریب می‌دهد زیرا چشم یک چیز را می‌بیند و مغز تحلیل دیگری می‌کند.

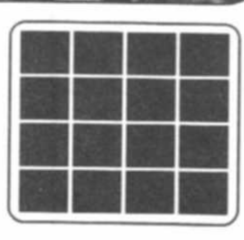
تصاویری که در این صفحه می‌بینید همگی به دلیل خطای دید ایجاد می‌شوند. مثلاً وقتی به تصویر بزرگ بالا نگاه می‌کنید احساس می‌کنید که شکل در حال حرکت است.

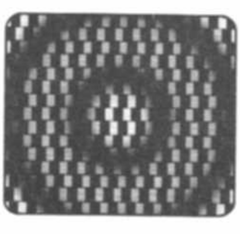
و یا به تاس‌ها دقت کنید. آیا آنها به صورت عمودی ایستاده‌اند یا افقی هستند؟

یا به تصویر آخر نگاه کنید، خط‌های افقی بلندترند یا خط‌های عمودی؟

جمله‌ی معروف «کدام خط بلندتر است» مثالی برای این نمونه است. خط‌های عمودی به نظر کوتاه می‌آیند ولی این احساس به دلیل خطای چشم است و اگر با خط کش اندازه‌گیری کنید می‌بینید که آنها با هم برابرند.

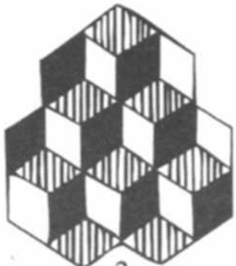


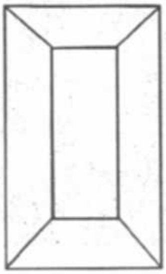




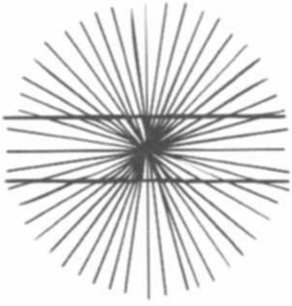


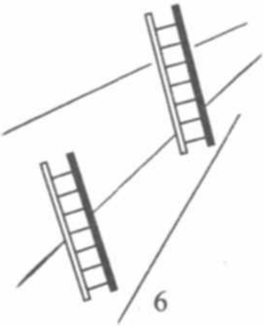

1

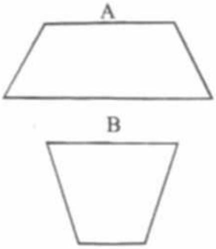

2


3

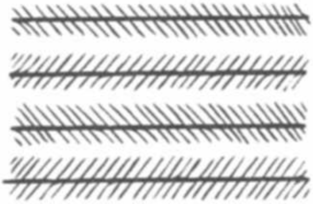

4

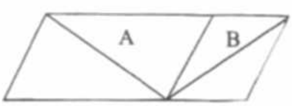

5


6



7


8



9

نمونه‌های مختلف از خطای دید

به شکل‌های بالا نگاه کنید و به سؤالات زیر پاسخ دهید.

شکل شماره ۱) به نظر شما عرض کلاه بیشتر است یا ارتفاع آن؟

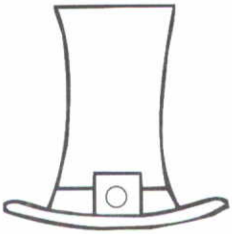
شکل شماره ۲) چند مکعب در تصویر بالا می‌بینید؟ بار دیگر با دقت آنها را بشمارید.

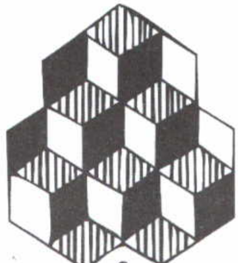
شکل شماره ۳) به مستطیل کوچک نگاه کنید آیا به داخل فرو رفته یا برون زده است؟

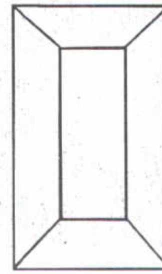
شکل شماره ٤) به اندازه‌ی خط‌ها بدون فلش‌هایشان نگاه کنید. کدام بلندتر است؟

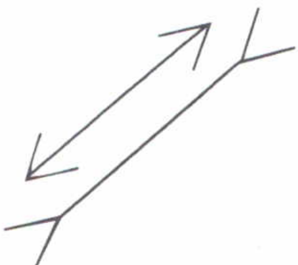
شکل شماره ٥) خط‌های داخل دایره صاف هستند یا قوس دارند؟

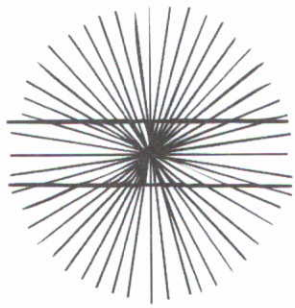
شکل شماره ٦) کدام نردبان بلندتر است؟ آیا نردبان‌ها با هم هم‌اندازه‌اند؟

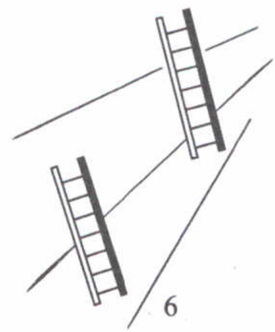

1

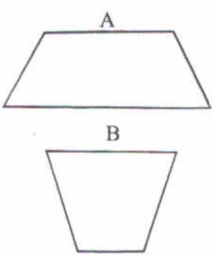

2


3

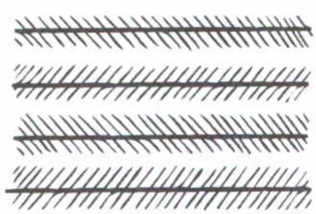

4

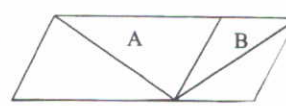

5


6



7


8



9

نمونه‌های مختلف از خطای دید

به شکل‌های بالا نگاه کنید و به سؤالات زیر پاسخ دهید.

شکل شماره ۱) به نظر شما عرض کلاه بیشتر است یا ارتفاع آن؟

شکل شماره ۲) چند مکعب در تصویر بالا می‌بینید؟ بار دیگر با دقت آنها را بشمارید.

شکل شماره ۳) به مستطیل کوچک نگاه کنید آیا به داخل فرو رفته یا برون زده است؟

شکل شماره ٤) به اندازه‌ی خط‌ها بدون فلش‌هایشان نگاه کنید. کدام بلندتر است؟

شکل شماره ٥) خط‌های داخل دایره صاف هستند یا قوس دارند؟

شکل شماره ٦) کدام نردبان بلندتر است؟ آیا نردبان‌ها با هم هم‌اندازه‌اند؟



سِر ایساک نیوتون

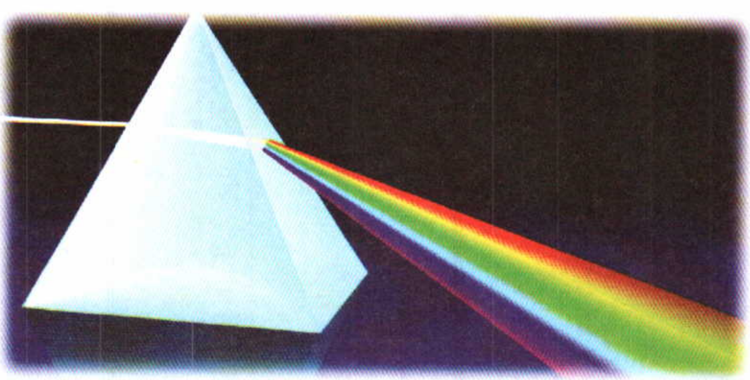
شکل شماره ۷) خط A بزرگتر است یا خط B؟
شکل شماره ۸) آیا خط‌های پر رنگ کشیده شده با هم موازی‌اند؟
شکل شماره ۹) به خط A و B نگاه کنید. کدام یک بلندتر است؟
حال خط‌کش‌تان را بردارید و با اندازه‌گیری به سؤالات بالا جواب دهید.
می‌بینید که چشم‌تان شما را فریب داده است...

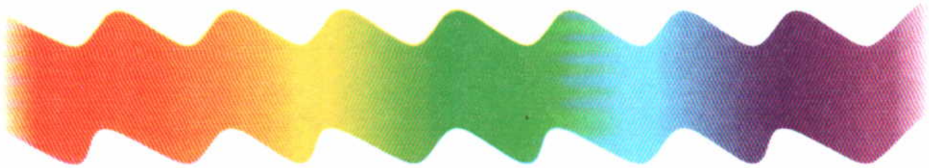
نور سفید چیست؟

تقریباً ۳۰۰ سال از زمانی که بشر شروع به کاوش و افشای اسرار رنگ های طبیعت نمود، می‌گذرد. *سِر ایساک نیوتون*، دانشمند بنام انگلیسی آزمایش های متعددی را در این باره در سال ۱٦٦۵ انجام داد که پایه و اساس بخش وسیعی از دانش امروز ما را در مورد رنگ ها تشکیل می‌دهد. وی دریافت زمانی که اشعه باریکی از نور خورشید یا نور سفید از منشوری سه ضلع عبور می‌کند، نور سفید به یک پرتو با رنگ‌های متعدد تبدیل می‌شود. این پرتو رنگی متشکل از رنگ‌های بنفش، نیلی، آبی، سبز، زرد، نارنجی و قرمز می‌باشد که به نام طیف شناخته می‌شود.

در واقع وقتی نور سفید به اولین منشور برخورد می‌کند به رنگ‌های یک رنگین کمان تفکیک می‌شود. منشور دوم نیز مجدداً رنگ‌های را تلفیق می‌کند تا نور سفید را ایجاد بنماید.

نیوتون هم‌چنین دو واقعیت مهم دیگر را در مورد نور و رنگ کشف نمود. اول این‌که دریافت نمی‌تواند هیچ یک از رنگ‌های دیگر طیف را به گروه دیگری از رنگ‌ها تفکیک نماید نظیر کاری که با نور سفید کرده بود. دوم این‌که او موفق شد با عبور دادن طیف رنگ از یک مشنور سه ضلعی دیگر، نور سفید ایجاد کند. از این رو نیوتون اولین دانشمندی بود که دریافت نور سفید ترکیبی از تمامی رنگ‌های دیگر می‌باشد.





چگونه رنگین کمان بسازیم؟

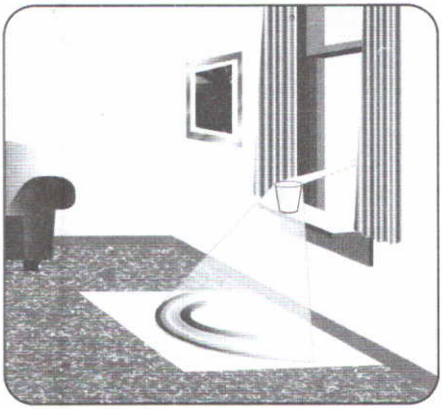
رنگین کمان را باید طیف رنگی طبیعت دانست که همواره در بخش خاصی از آسمان و فقط زمانی پدیدار می‌شود که سمت مخالف خورشید را نگاه کنید. نقطه اوج رنگین کمان تقریباً نیمه راه موجود بین افق و نقطه‌ای است که دقیقاً روی سر شما قرار دارد. علاوه بر آن آسمان موجود در ورای رنگین کمان مه آلود یا ابری می‌باشد. در واقع وجود همین مه یا ابرها امکان دیده شدن رنگین کمان را به وجود می‌آورد.



مه یا ابر متشکل از میلیون‌ها قطرات کوچک آب بوده و هر یک از این قطرات به عنوان منشوری عمل می‌کنند که نور منعکس شده خورشید را به یک طیف می‌شکنند. هر قطره فقط یک موج رنگ طیف را بطور مستقیم به درون چشمان ما منعکس می‌کند، رنگ بستگی به ارتفاع قطره بالای افق دارد. شما هم می‌توانید رنگین کمان بسازید به این صورت که یک ورق کاغذ سفید را روی کف زمین و در مقابل پنجره‌ای قرار بدهید که نور درخشان خورشید از طریق آن به اطاق می‌تابد. سپس یک لیوان پر از آب را روی طاقچه پنجره قرار بدهید به طوری که بسیار نزدیک به

لبه داخلی باشد. آب درون لیوان به منزله یک منشور عمل نموده و نوعی طیف را روی کاغذ ایجاد می‌کند. یک شلنگ آب برداشته و آب را روی هوا افشان نمائید. زمانی‌که خورشید پشت شما قرار گرفته است، این کار را انجام بدهید. با این کار رنگین کمانی را پیش روی خود خواهید دید.





نور سفید چگونه بوده و چه ارتباطی با رنگ دارد؟

وقتی برای اولین بار نیوتون دریافت که نور سفید متشکل از رنگ‌های متفاوت است، بر این اعتقاد بود که رنگ‌ها از انواع متفاوت ذرّه یا گوی به وجود آمده‌اند. یک نوع ذرّه موجب تشکیل نور قرمز شده، نوعی دیگر نور آبی را ایجاد نموده، دیگری نور سبز را تولید نموده و این روند ادامه یافته است. تئوری وی در مورد نور به عنوان تئوری ذرّات نور شناخته می‌شود.

تقریباً همزمان با نیوتون، یک دانشمند هلندی به نام کریستین هویگنس نیز در حال مطالعه در مورد نور بود و او این ایده را مطرح نمود که نور در واقع گروهی از امواج است که هر نقطه از آن روی جبهه موج نور قرار دارد که منبع جدیدی از موج‌ها بوده و از این رو تعداد مشخصی جبهه موج تولید می‌کند.



کریستین هویگنس

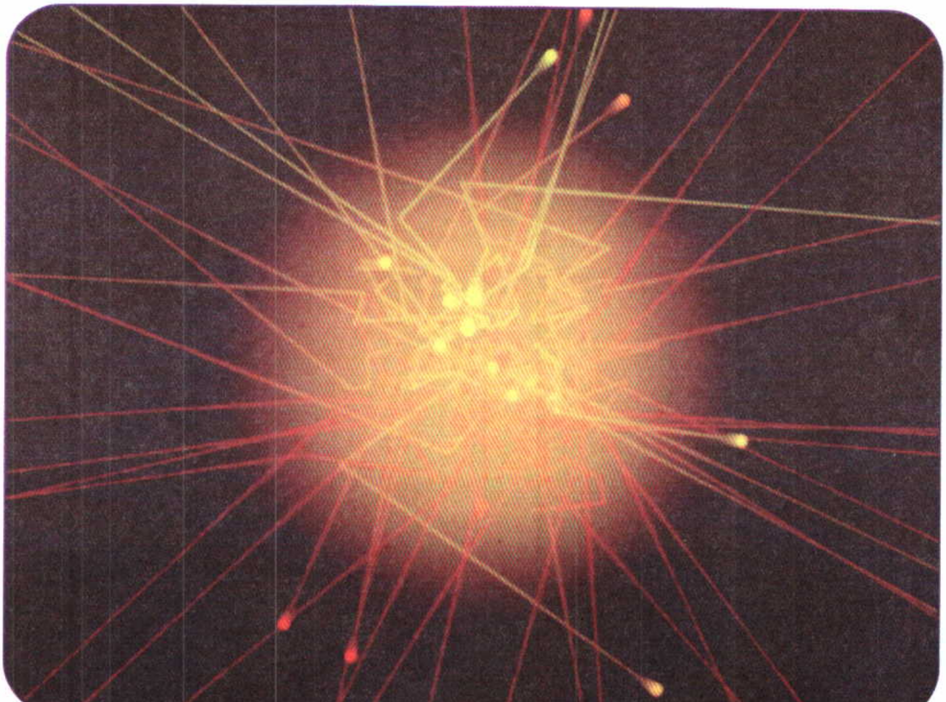
موج‌های ایجاد شده در نتیجه پرتاب یک سنگریزه به داخل آب و امواج نوری که دارای موارد مشترک بسیاری می‌باشند.



طیّ مدت‌های طولانی، دانشمندانی که اقدام به مطالعه نور و رنگ می‌نمودند به دو دسته مجزاً تقسیم شده بودند؛ یک گروه علاقمند به تئوری نور نیوتون بوده و گروه دیگر به نفع تئوری نور هویگنس کار می‌کردند. البته تعدادی دانشمندان دیگر نیز از این دو تئوری رضایت کامل داشته و نه قادر به اثبات تمامی واقعیت موجود در این زمینه بودند. اصلاحات بسیاری برای هر دو تئوری پیشنهاد شد ولی هیچ یک قابل قبول نبود چرا که دانشمندان به دنبال تئوری بودند که در تمامی نور در واقع شکلی از انرژی می‌باشد که از منبع خود به تمامی جهات ساطع می‌شود. این ایده که نور شکلی از انرژی می‌باشد توسط یک دانشمند آلمانی به نام *ماکس پلانک* در سال ۱۹۹۰ پیشنهاد شده که اینک مشهور به تئوری کوانتوم می‌باشد. وی اذعان داشت که انرژی تابشی از جمله نور اساساً متشکل از بیت‌های کوچک و قابل ساطع شدن انرژی به اسم کوانتا می‌باشد که از منبع نور تابش یافته یا حرکت می‌کند.

پنج سال بعد از آنکه پلانک تئوری خود را معرفی نمود، *آلبرت انیشتین* تعریف دقیق‌تری را از انرژی ارائه کرد که نور را ایجاد می‌کند. او در حین مطالعه ترکیبات اتم به این نتیجه رسید که نور علیرغم ماهیت موجی خود باید متشکل از یک ذرّه انرژی اتمی باشد که آن را فوتون نامید.

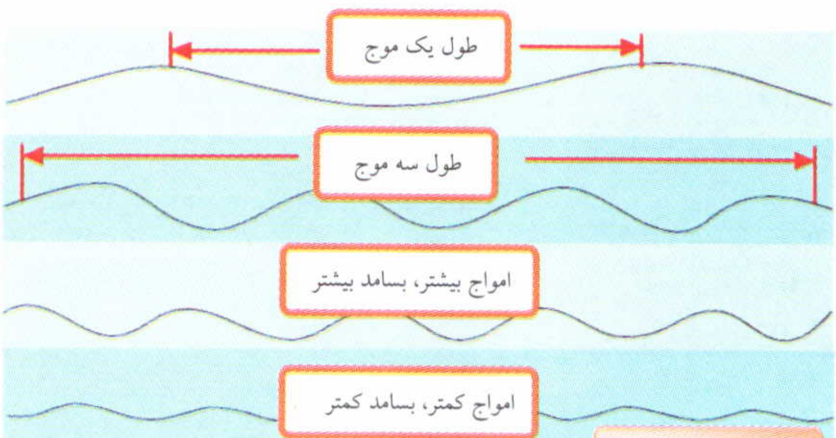
امروزه این ایده که نور شکلی از انرژی یا تابش ایجاد شده توسط فوتون است پذیرفته شده می‌باشد ولی هم‌چنین به خوبی می‌دانیم که نور دارای دو گونه ساطع شدن می‌باشد: اولی زمانی‌که نور از یک مکان به مکانی دیگر می‌رود – از خورشید به زمین یا از حباب الکتریکی به چشمان ما می‌رسد – بگونه‌ای حرکت می‌کند که انگار موج بوده است؛ دومی زمانی روی می‌دهد که نور از یک جسم متساطع می‌شود – مثلاً زمانی که نور از خورشید یا یک حباب الکتریکی خارج می‌شود– یا زمانی‌که نور توسط یک جسم جذب می‌شود – همانند برگی که در نور به دنبال غذای خود از دی‌اکسیدکربن و آب است – نور بگونه‌ای عمل می‌کند که گویی جریانی از ذرّات یا فوتون‌ها می‌باشد.



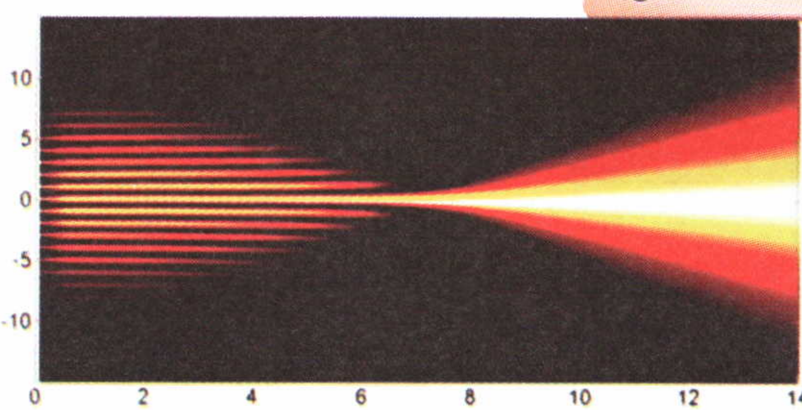
اجزای تشکیل دهنده یک موج نور کدامند؟

جهت پی‌بردن به چگونگی حرکت یک موج نور و این‌که موج نور دقیقاً چیست باید اول به مطالعه امواج آب بپردازیم چرا که همگی به خوبی این نوع موج را دیده‌ایم. اگر شما یک سنگریزه یا سنگ به داخل یک حوض آب یا دریاچه بیندازید در واقع اقدام به ایجاد موج نموده‌اید. تعداد امواج حاصل از این کار متفاوت می‌باشد که بستگی به اندازه سنگی دارد که به درون دریاچه پرتاب نموده‌ایم. تعداد امواج در صورتی که برای دوره زمانی مشخصی مثلاً یک دقیقه اندازه‌گیری شود، فرکانس نامیده می‌شود.

ما هم‌چنین می‌توانیم طول موج را مورد مطالعه قرار بدهیم؛ که عبارت از فاصله بین تاج (یا اوج) یک موج تا تاج موج بعدی می‌باشد. این فاصله به نام طول موج شناخته می‌شود. معمولاً هر قدر طول موج کوتاه‌تر باشد فرکانس آن بیشتر بوده (تعداد امواج نیز بیشتر خواهد بود) و هر قدر طول موج بیشتر باشد، فرکانس کم‌تر می‌شود (تعداد امواج نیز کم‌تر خواهد بود).



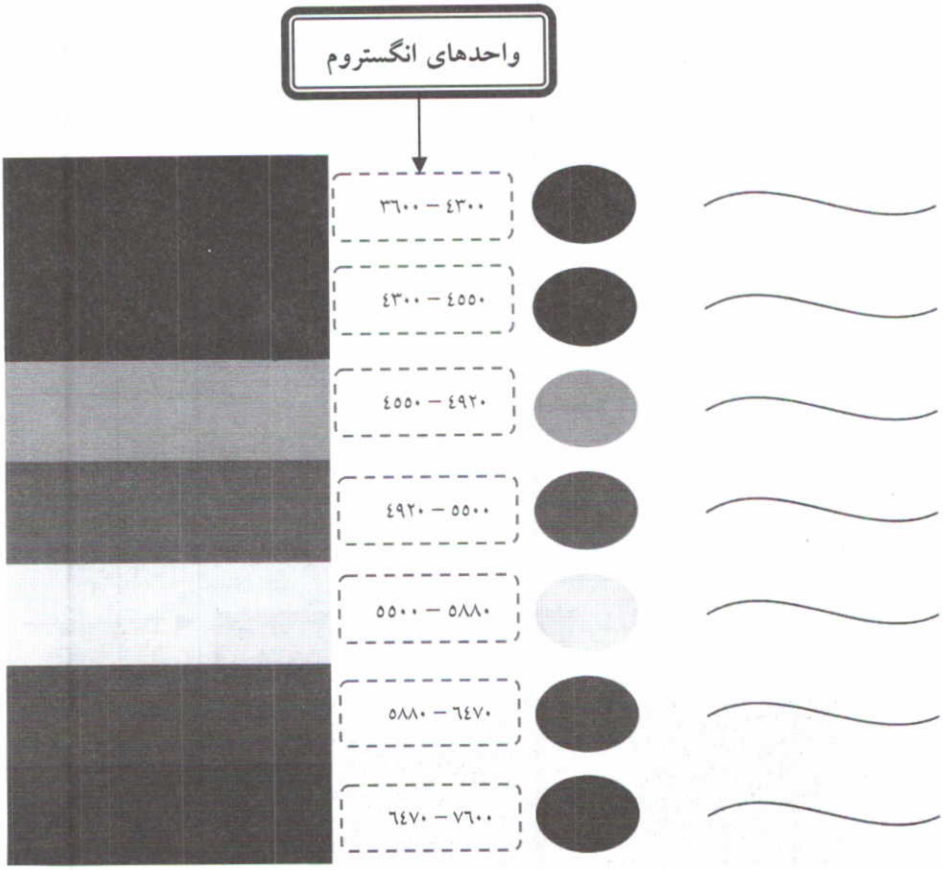
اجزای یک موج



طول امواج نور چقدر است؟

دانشمندان ابزار خاصی برای اندازه‌گیری طول و بسآمد رنگ‌های متفاوت موج نور دارند که در طیف نور سفید دیده می‌شود. این اندازه گیری کار بسیار ظریفی می‌باشد چرا که طول موج نور بسیار کوچک است. دانشمندان به عنوان معیاری برای اندازه‌گیری اقدام به ایجاد واحدی خاص نموده‌اند؛ آنها این واحد طول موج را انگستروم می‌نامند. یک انگستروم برابر ٤ بیلیون یک اینچ می‌باشد یا به عبارت دیگر در یک اینچ ۲۵۰/۰۰۰/۰۰۰ واحد آنگستروم وجود دارد.

جدول طول موج رنگ ها در طیف



دانشمندان با مطالعه طیف نوری به این نتیجه رسیدند که طول موج نور قرمز به میزان قابل توجهی بلندتر از طول موج نور بنفش می‌باشد. موج نور قرمز برابر ٧٦٠٠ انگستروم در طول یا حدوداً ۰۰۰ ۲۸/۱۰۰۰ (بیست و هشت میلیونیوم) یک اینچ می‌باشد. موج نور بنفش در حدود

نیمی از ٤٠٠٠ انگستروم یا ١٦/١ ٠٠٠ ٠٠٠ (شانزده میلیونیوم) یک اینچ است. طول موج‌های سایر رنگ‌های طیف بین این دو حدّ نهایت متفاوت است، زمانی کوتاه‌تر می‌گردد که از قرمز به نارنجی به زرد به سبز به آبی به نیلی به ارغوانی حرکت کند.

با بکارگیری خود دانش خود درباره رابطه بین طول و فرکانس در امواج آب بخوبی می دانیم که هر قدر طول موج بلندتر باشد فرکانس‌های کمتری از طول موج کوتاه خواهیم داشت. از این رو نور بنفش دارای فرکانس بالاتری از سایر نورها بوده و نور قرمز کوتاه‌ترین فرکانس را در مقایسه با نورهای دیگر دارد.

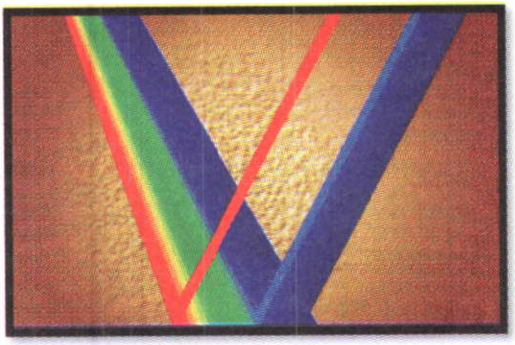
چرا یک جسم رنگ دارد؟

اگر در یک روز تابستانی به یک درخت نگاه کنید برگ‌های آن به رنگ سبز به نظر می‌آیند. ولی اگر شب هنگام به همان درخت نگاه کنید، در حالی‌که فقط نور ستارگان در آسمان روشنی بخش زمین است برگ‌ها به رنگ سیاه به نظر خواهند رسید. در واقع رنگ هر جسم به دو چیز بستگی دارد: (١) این‌که آن جسم مات یا شفاف است و (٢) رنگ نوری که در آن جسم را مشاهده می‌کنیم. طبق نظر دانشمندان نه سیاه و نه سفید، هیچ یک رنگ‌های واقعی نیستند. سفید حضور تمامی رنگ‌های نور خورشید است در حالی‌که سیاه تبلوری از عدم وجود رنگ می‌باشد.

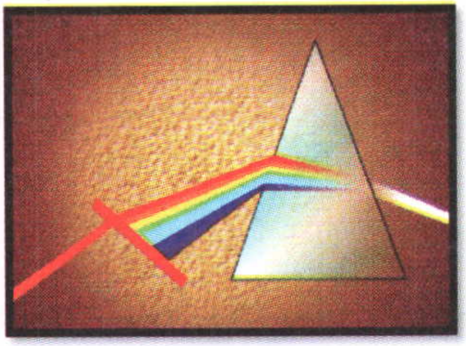
یک جسم تار رنگ‌های مشخصی را منعکس و بقیه را جذب می‌کند. برگ‌های روی درخت که در روز تابستانی آن را مشاهده نمودیم از آن‌جایی به رنگ سبز به نظر می‌رسند که رنگ سبز نور خورشید را منعکس نموده و سایر رنگ‌ها را به خود جذب نموده‌اند. همان برگ‌ها به این دلیل در شب به رنگ سیاه دیده می‌شوند که هیچ رنگی برای منعکس کردن وجود ندارد. فقدان رنگ‌های منعکس شده دلیل ایجاد رنگ سیاه می باشد. یک جسم شفاف رنگ‌ها را منتقل می کند یعنی اجازه می‌دهد رنگ‌ها از آن عبور کنند. چرا که رنگ‌های مشخصی را جذب و بقیه را منعکس نمی‌کند، شفاف بوده و بدون هر گونه رنگی به نظر می‌رسد مثلاً شیشه‌های معمولی پنجره‌ها از این نوع می‌باشد.

طول امواج نوری چقدر است؟

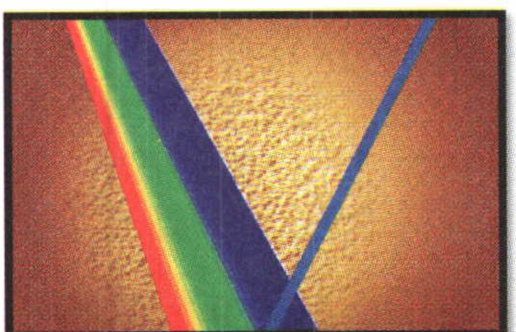
اجسام نیمه شفاف نیز از سوی دیگر اقدام به انتشار امواجی از نور می‌کنند که از میان آن‌ها عبور می‌کند. ما رنگ این اجسام را بر پایه نوع امواج نوری که اجازه عبورشان را داده‌اند و نیز چیزی که جذب می‌کنند، خواهیم دید. از این رو اشیای نیمه شفاف می‌توانند بصورت یخ‌زده و یا بدون رنگ همانند شیشه صاف به نظر برسند و یا اینکه می‌توانند رنگ داشته باشند.



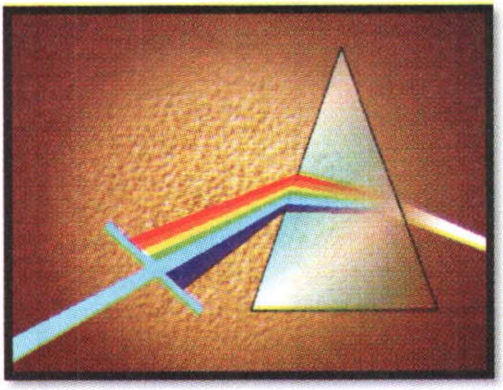
سطح بنفش تمامی رنگ‌ها را جذب نموده و فقط قرمز، آبی، نیلی و بنفش را منعکس می کند.



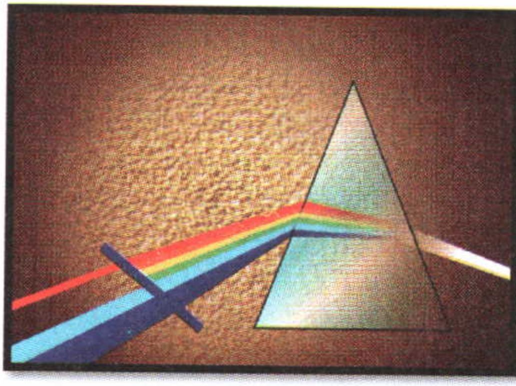
رنگ حاصل شده در نتیجه جذب: سطح شیشه‌ای قرمز معمولاً تمامی رنگ‌های حاصل از نور سفید را که از آن عبور می‌کنند جذب می‌کند به غیر از رنگ قرمز.



شیشه آبی تمامی رنگ‌های نور سفید را جذب کرده و فقط رنگ آبی از آن عبور می‌کند.



رنگ در نتیجه انعکاس: یک سطح آبی تمامی رنگ ها را جذب نموده و فقط آبی را منعکس می کند.



ارغوانی از ترکیبی از رنگ‌های آبی، نیلی و بنفش به وجود آمده است. به همین دلیل یک شیشه ارغوانی تمامی رنگ‌ها را به غیر از موارد ذکر شده جذب می‌کند.

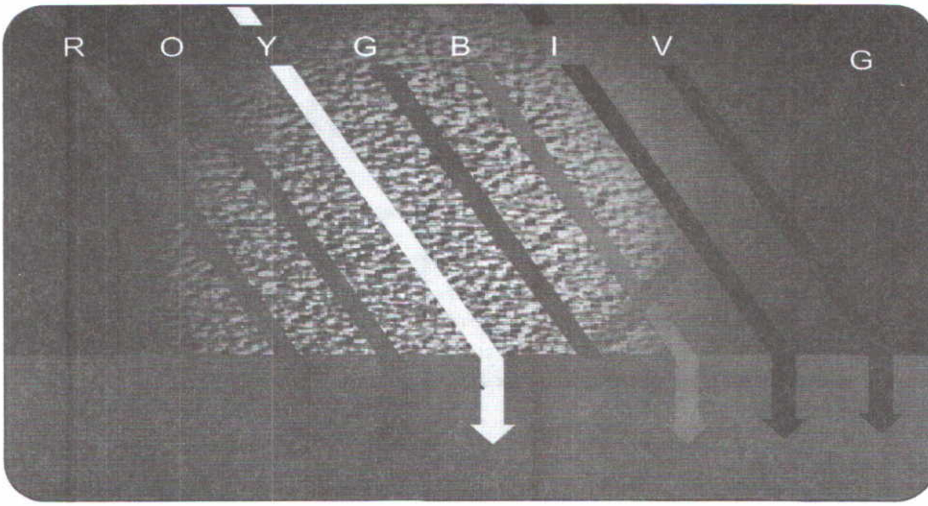
هم‌چنین رنگ نوری که در آن ما یک جسم را مشاهده می‌کنیم رنگ آن جسم را نیز تحت الشعاع قرار می‌دهد. اگر زیر نور خورشید به یک گل قرمز نگاه کنیم آن گل امواج نور قرمز را منعکس نموده و سایر رنگ‌ها را جذب می‌کند به همین دلیل می‌گوییم که این گل قرمز است. ولی اگر به همان گل زیر لامپ آبی نگاه کنیم گل به رنگ سیاه به نظر می‌رسد چرا که هیچ موجی از نور قرمز برای بازتاب توسط گل وجود ندارد.



یک جسمی که به رنگ سفید دیده می‌شود متفاوت از جسمی است که به رنگ قرمز، آبی، سبز یا هر رنگ دیگری دیده می شود.

آیا اجسام می توانند بیش از یک رنگ را منعکس نمایند؟

بسیاری از رنگ‌هایی که در اطراف خود می‌بینیم از نقاشی یا رنگ آمیزی حاصل شده‌اند. یک گره از آنجایی قرمز است که رنگ‌های خاصی برای بازتاب موج نور قرمز از خورشید یا لامپ سفید استاندارند خانگی در آن به کار رفته است.



R: قرمز O: نارنجی Y:زرد G: سبز B: آبی I: سرمه‌ای V: بنفش

رنگ‌های سبز آب متشکل از ترکیبی از آبی و زرد بوده و فقط امواج نور سبز را منعکس می‌کنند، چنانچه اشعه‌های آبی نیز توسط نقاشی زرد جذب شده و زرد توسط اجزای آبی نقاشی جذب می شود.

هر چند این رنگ‌ها و نقاشی‌ها قادر به تولید رنگ‌های خالص طبیعی نیستند چنان‌چه در نور سفید یا طیف نور خورشید دیده می‌شود. دیواری که به رنگ زرد نقاشی شده اقدام به انعکاس برخی امواج نور سبز یا زرد می‌کند. اگر بخش زیادی از امواج نور بازتابی به رنگ زرد باشد یک دیوار زرد رنگ را خواهیم دید. اگر تعداد زیادی امواج نور سبز وجود داشته باشد که با زرد ترکیب شده است دیواری به رنگ زرد و سبز خواهیم دید.

هم‌چنین اگر شما اقدام به ترکیب رنگ‌ها یا نقاشی‌های آب نموده باشید متوجه می‌شوید که اگر بخش مساوی رنگ‌دانه‌های آبی و زرد را ترکیب کنید در واقع رنگ سبز ساخته‌اید. وقتی نور خورشید به نقاشی سبز روی دیوار برخورد می‌کند چه اتفاقی می‌افتد؟ نقاشی آبی امواج نور زرد را جذب کرده و نقاشی زرد امواج نور آبی را جذب می‌کند ولی هیچ یک امواج نور سبز را جذب نمی‌کند، در نتیجه این امواج انعکاس یافته و شما دیواری به رنگ سبز خواهید دید.

آسمان چرا آبی است؟

با مطالعه آزمایش صورت گرفته بر مبنای دودی که از دودکش بیرون می آید به پاسخ این سوال دست خواهید یافت.

اگر به تماشای دودی که در یک روز ابری به هوا برمی‌خیزد بنشینید در خواهید یافت که دود به نگ آبی به نظر می رسد وقتی که از زمینه تیره عبور می‌کند. البته حتما باید دود غلیظ و ریز را تماشا کنید که در مقابل آسمان تیره قرار دارد در غیر این صورت قادر به مشاهده رنگ آبی نخواهید بود.

این سرنخ علمی است. نوری که به دود می‌رسد متشکل از اجزایی متفاوت مثل کربن، غبار، اجزای سوخته نشده و سایر مواد است که تا حدودی توسط این مواد درهم شکسته می‌شوند. امواج نور آبی که کوتاه هستند تحت تاثیر این مواد قرار می‌گیرند در حالی‌که برای سایر امواج این اتفاق روی نمی‌دهد. این رویداد موجب آبی دیده شدن دود می‌شود.

هوای موجود در اطراف زمین متشکل از بسیاری از ذرات ریز است که شامل غبار و بخار آب نیز می‌باشد. وقتی نور خورشید از میان هوا عبور می‌کند، امواج کوتاه‌تر آبی انعکاس یافته درحالی‌که امواج دیگر که بلندتر هستند چنین نمی‌شوند.

امواج آبی در همه جای آسمان پخش شده و در نتیجه آسمان به رنگ آبی به نظر می‌رسد. در اینجا به پروژه ساده‌ای اشاره می‌کنیم که به اثبات خمیده شدن امواج نور آبی توسط ذرات ریز کمک می‌کند. تمام چیزی که برای این پروژه نیاز دارید عبارت از یک لیوان آب شفاف، آب و چند قطره شیر و یک چراغ قوه می‌باشد.

چند قطره شیر را درون یک لیوان شفاف حاوی آب بریزید. اگر بخواهید کاری دقیق انجام بدهید در حدود ۱۰ تا ۱۵ دقیقه شیر درون آب بریزید. این آب شیری همانند هوای اطراف زمین متشکل از بخار آب و غبار می‌باشد.

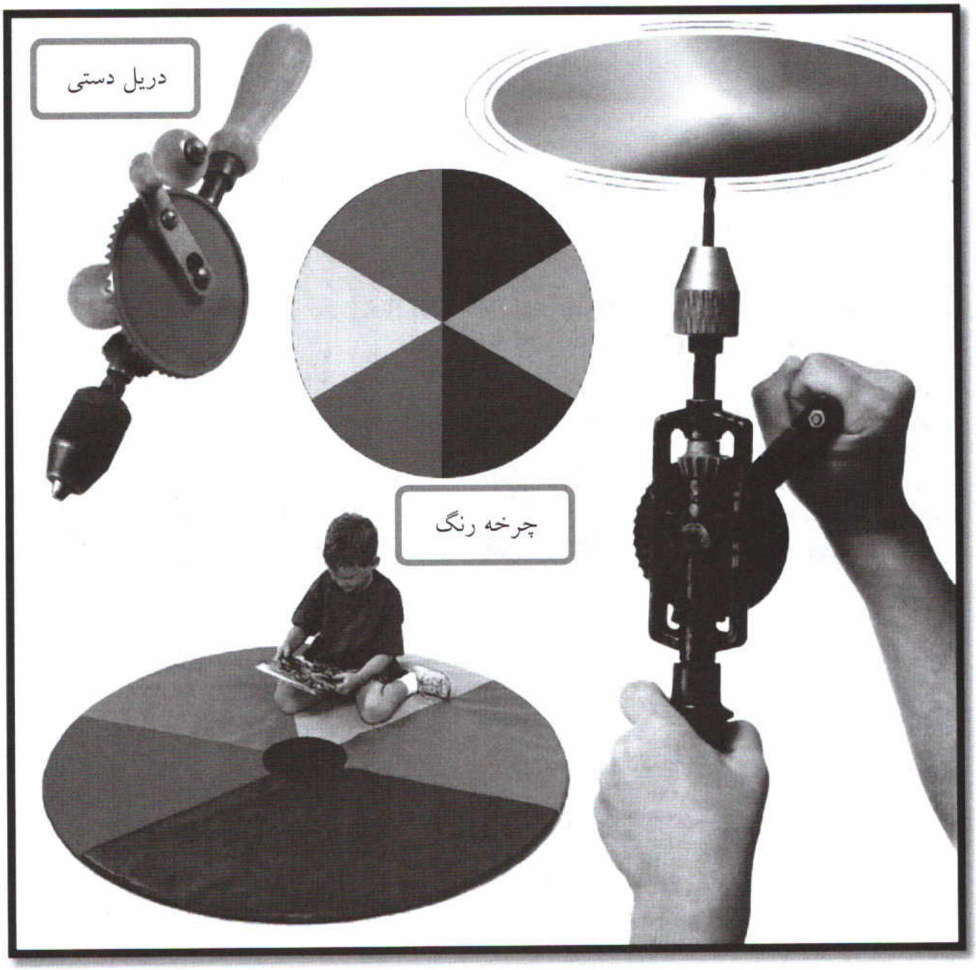
اطاق را تاریک کنید. حال چراغ قوه را در حدود یک یا دو اینچ دورتر از لیوان قرار بدهید بطوری که زاویه قائم با کناره لیوان داشته باشد. حالا چراغ قوه را روشن کنید آب را به رنگ آبی خواهید دید. شیر داخل آب اقدام به ارسال اشعه‌های نور آبی نموده که در پرتوهای نور سفید چراغ قوه وجود دارد چنانچه رطوبت و غبار اشعه‌های نور آبی برآمده از خورشید را خمیده می‌نمایند.



چگونه یک چرخ رنگی بسازیم؟

با توجه به مطالعات خود در مورد رنگ می‌دانیم که سفید عبارت از حضور تمامی رنگ‌های طیف می‌باشد. در این‌جا یک چرخ رنگی ساده را برای اثبات این مشاهده علمی می‌سازیم. یک دایره با قطر ۳ یا ٤ را از مقوا بریده و آن را به ٦ قسمت چنان‌چه در تصویر وجود دارد تقسیم کنید. آز رنگ‌های آب، نقاشی‌های مداد شمعی برای رنگ نمودن آن استفاده کنید.

وسط این دایره را سوراخ کنید و وقتی کاملاً رنگ‌های آن خشک شد با دریل آن را بگونه‌ای تنظیم کنید که دایره آزادانه بچرخد. دریل را طوری نگاه دارید که قادر به دیدن دیسک باشید، دریل را به سرعت بچرخانید تا رنگ‌ها باهم مخلوط شوند. از آنجایی که انواع بسیار متفاوتی دریل وجود دارد نمی‌توان دقیقاً سرعت چرخش آن را ذکر نمود. باید آن را انجام بدهید. وقتی به سرعت درست رسیدید تمامی رنگ‌ها باهم ترکیب شده و دیسک سفیدی را خواهید دید که در انتهای دریل می‌چرخد.

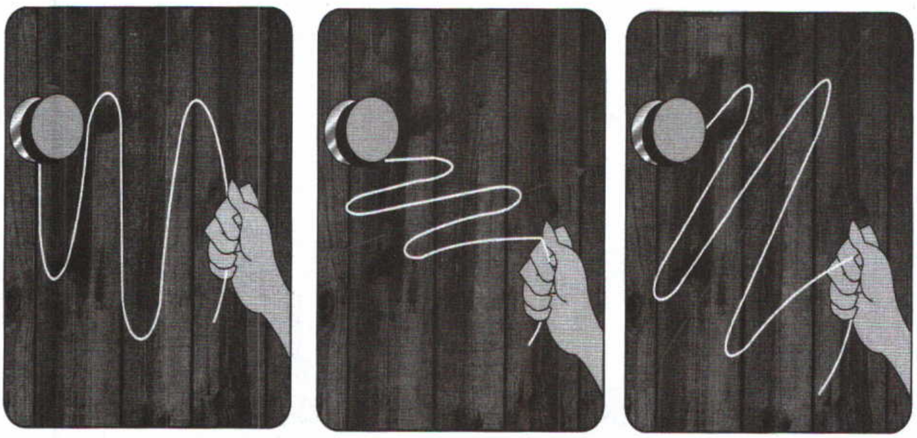


نور پولاریزه شده (قطبش یافته)

امواج نور پولاریزه کدامند؟

طبق نظریه دانشمندان یکی از ویژگی‌های نور گردش آن به شکل موج از یک محل به محلی دیگر می‌باشد. نور حاصل از یک منبع در قالب تاج و بدنه حرکت می‌کند که همانند موجی در آب به نظر می‌رسد. می‌توان چنین امواجی را با قطعه‌ای ریسمان یا طناب نیز ساخت. اگر یک سر طناب را به دستگیره در بسته و سر دیگر آن را در دست خود نگه دارید با تکان دادن آن می‌توانید موج بسازید. این نوع موج دارای حرکت افقی عکس است.

به خوبی می‌دانیم که نور به شکل موج از جایی به جای دیگر حرکت می‌کند. ولی چه نوع موجی؟ در واقع موج نوری که دانشمندان در مورد آن سخن می‌گویند ترکیبی از چندین نوع موج می‌باشد. دارای حرکات افقی، عمودی و چند وجهی است.



حرکت چند وجهی امواج

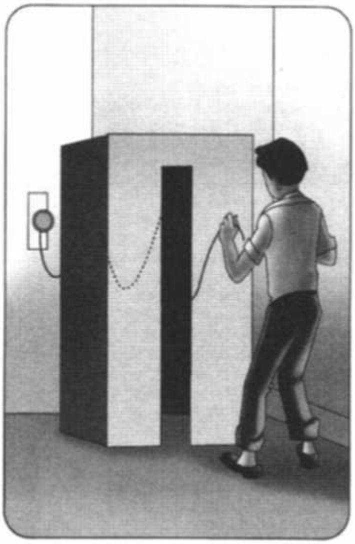
حرکت افقی امواج

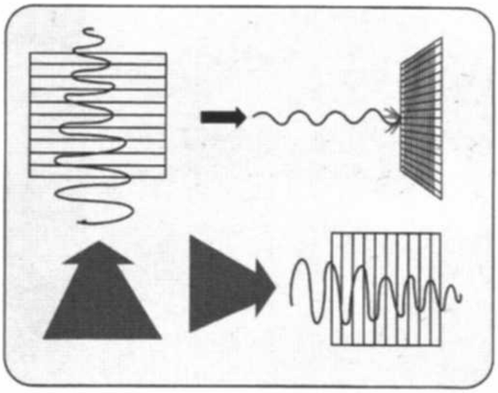
حرکت عمودی امواج

چگونه یک موج پولاریزه می گردد؟

در این‌جا باز هم در مورد رشته‌ای که بحث آن را نمودیم صحبت می‌کنیم تا اثر دیگری را نشان بدهیم که موجب می‌شود تا آسان‌تر بتوانیم پولاریزاسیون موج نور را درک کنیم. فرض کنید که سر ریسمان را به دستگیره درب دیگری بسته‌اید و حال آن را از یک شکاف افقی عبور می‌دهید جایی مثل درز پشتی یک صندلی یا یک جعبه مقوایی که به این منظور برش یافته است. حال اگر مشت خود را از یک طرف به طرف دیگر حرکت بدهید چه اتفاقی می‌افتد؟ در این صورت یک موج افقی و معکوس ایجاد می‌شود که از شکاف عبور کرده و به دستگیره در می‌رسد. در واقع شما خیلی راحت اقدام به پولاریزه نمودن موج افقی نموده‌اید؛ مانع از عبور آن از صندلی شده‌اید درحالی‌که موج عمودی می‌تواند از آن عبور نماید. هم‌چنین می‌توانیم این کار را با امواج نور با استفاده از ابزار یا عدسی‌های خاص انجام بدهیم که متشکل از میلیون‌ها گره‌های کوچک بلوری شکل بوده و فقط امکان ایجاد آن دسته از امواج نور را ایجاد می‌کند که در مسیر خود ارتعاش می‌یابد تا از جسم مورد نظر عبور نماید. ماده به‌کار رفته به عنوان صفحه یا عدسی پولاریزه نامیده می‌شود.

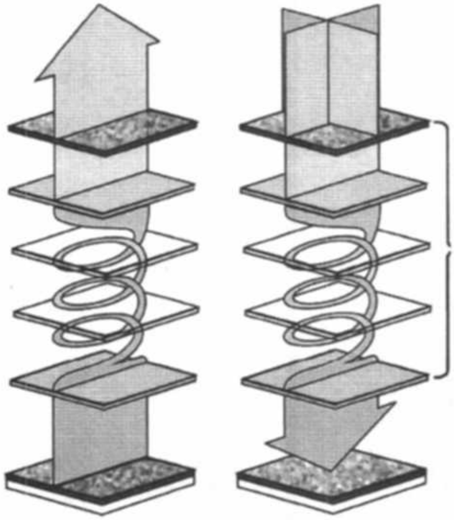
معمولاً صفحه یا عدسی‌های پولاریزه بصورت جفت بکار می‌روند. وقتی دو لنز خاص بگونه‌ای جاگذاری می‌شود که شکاف‌های آن‌ها موازی هم قرار می‌گیرد فقط این عمل از طریق مواردی با سطح مشابه روی می‌دهد. وقتی شکاف‌ها حالت متقاطع داشته و یا در زوایای قائم قرار گرفته باشند، هیچ نوری نمی تواند از آنها عبور نماید.





چرا اقدام به قطبش امواج نور می کنیم؟

در واقه هر روز در اطراف ما قطبش نور صورت می‌گیرد. زمانی این عمل انجام می‌شود که نور خورشید توسط رطوبت و غبار در هوا منعکس شده و انکسار می‌یابد و نیز زمانی‌که انعکاس نور از سطوح غیرفلزی بسیار صاف صورت می‌گیرد که به عنوان آینه عمل می‌کنند. هر چند چشمان ما قادر به تمیز تفاوت بین امواج نور قطبشی و غیرقطبشی نیستند. هنوز هم وقتی‌که عکس می‌گیریم و درصدد حذف برخی بازتاب‌های ناخواسته برمی‌آییم که انعکاس حاصل از شیشه در یک قاب عکس از آن جمله است، از عدسی‌های پولاریزه به این منظور استفاده می‌کنیم. هم‌چنین وقتی‌که در حال مشاهده یک جسم زیر میکروسکوپ هستیم می‌توانیم انعکاس‌های ناخواسته‌ای را که ممکن است روی بدهد حذف کنیم. در این‌جا هم از عدسی‌های پولاریزه کننده استفاده می‌کنیم. عدسی پولاریزه به‌کار رفته در شیشه جلوی اتومبیل‌ها و قایق‌های موتوری نیز تابش خیره کننده خورشید را کاهش داده و از رسیدن آن به وسیله نقلیه جلوگیری می‌کند.



با لنز پولاریزه نشده









با لنز پولاریزه شده

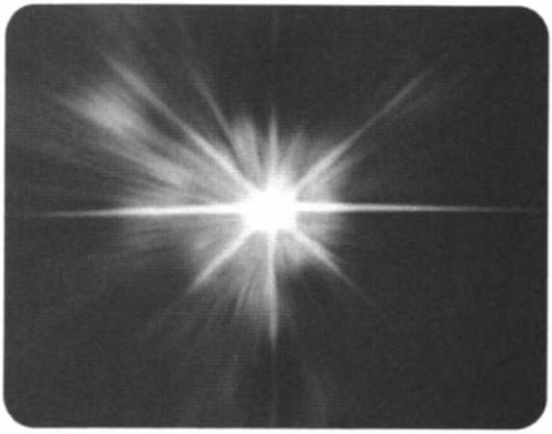
سرعت نور چیست؟



آلبرت ای میکلسون

چنان‌چه دانشمندان به یافته‌های بیشتری در مورد جهان دست یافته و ابزارآلات دقیق‌تر اندازه‌گیری را ایجاد نمودند، تلاش‌های بسیاری را نیز معطوف به اندازه‌گیری سرعت نور به‌صورت دقیق‌تر ساختند.

یکی از معروف‌ترین این آزمایش‌ها توسط یک دانشمند آمریکائی به اسم *آلبرت ای میکلسون* در سال ۱۸۸۷ صورت گرفت. او از یک ماشین دقت بهره برده و اقدام به اندازه‌گیری سرعت نور به هنگام حرکت به‌سوی یک آینه و بازتاب از آن نمود که در فاصله ۲۲ مایلی قرار گرفته بود.





گالیله

نور این مسافت را در کمتر از یک هزارم ثانیه پیمود. در واقع وی به این دلیل قادر به انجام این اندازه‌گیری بود که مسافتی اتخاذ نموده بود بزرگ‌تر بوده و ابزار وی نیز دقیق‌تر از ابزاری بود که *گالیله* تقریباً ۳۰۰ سال قبل از وی به کار برده بود.

میکلسون سرعت نور را معادل ۱۸۶ ۲۸٤ مایل در ثانیه برآورد نمود.

جالب است بدانید که سرعت میکلسون کمتر از یک درصد متفاوت از *رومر* بوده که با ابزاری ضعیف‌تر، چنین اندازه‌گیری را ۲۲۵ سال قبل انجام داده بود.

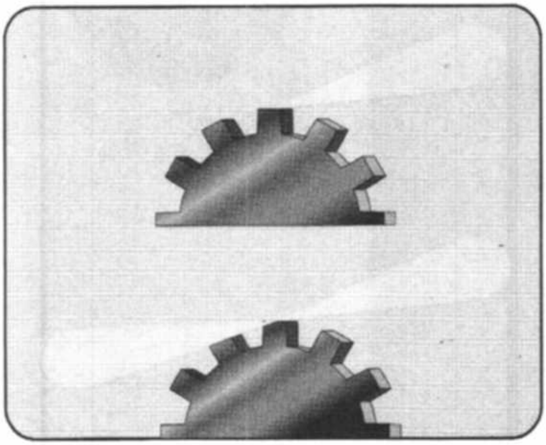
دانشمندان آزمایش‌های بسیار دیگری را نیز برای اندازه‌گیری سرعت نور با استفاده از روش‌های متفاوت انجام دادند. یافته‌های آن‌ها نشان داده است که به‌طور میانگین نور ۱۸۶ ۲۸۲ مایل در ثانیه حرکت می‌کند.

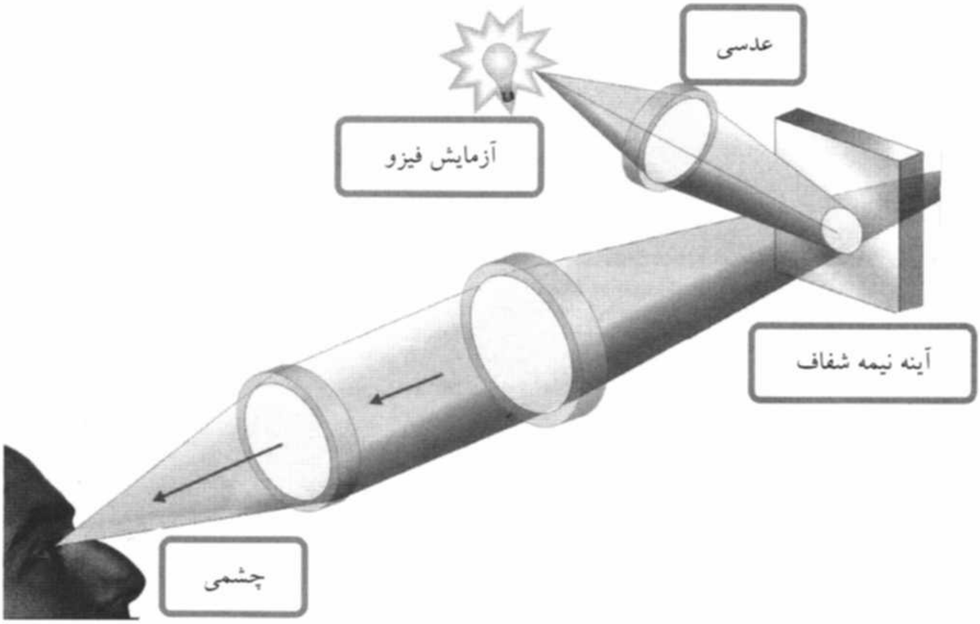
سرعت نور چگونه اندازه گرفته می شود؟

در سال ۱٦۷٦ *ال رومر* ستاره شناس دانمارکی اولین برآورد نسبی را از سرعت نور انجام داد. رومر به اختلاف اندکی در دوره خسوف ماه سیاره مشتری دست یافته و چنین نتیجه گرفت که ماه زمین اعم از اینکه به مشتری نزدیک شده یا از آن دور شود موجب تغییر مسافتی می شود که نور باید از ماه طیّ نماید. وی با توجه به این اختلاف چنین نتیجه گرفت که سرعت نور برابر ۹۰٤ ۲۱۹ کیلومتر در ثانیه می باشد. در آزمایشی دیگر در سال ۱۸٤۹، فیزیکدان فرانسوی به اسم *آرماند فیزو* اقدام به اندازه‌گیری سرعت نور معادل ۸٦٤ ۳۱۲ کیلومتر به ازای ثانیه نمود.

چنان‌چه در تصویر زیر نیز نشان داده شده است، آزمایش فیزو متشکل از یک منبع نوری، یک آینه نیمه شفاف – که فقط نیمی از نوری را که به آن اصابت می‌کند انعکاس می‌دهد و مابقی از آن عبور می‌کند – یک چرخ دندانه‌دار در گردش و یک آینه ایستا می‌باشد. وقتی نور به آینه نیمه شفاف برخورد می‌کند به سوی چرخ دندانه دار انعکاس می‌یابد که آن را به پرتو تبدیل می‌کند. هر پرتو با حفظ تمرکز بر عدسی موجود در امتداد مسیر خود، روی آینه ایستا بازتاب داشته و به سوی چرخ دندانه‌دار بازمی‌گردد. فیزو با اندازه‌گیری دقیق سرعت نور به هنگام بلوکه شدن پرتوها توسط چرخ دندانه‌دار توانست سرعت نور را محاسبه کند. همکار وی *جان فوکالت* یک سال بعد این روش را اصلاح نمود و به سرعت ۸۷۰ ۲۹۷ کیلومتر در ثانیه نور رسید. این مقدار نزدیک به مقدار مدرن ۷۹۲ ۲۹۹ کیلومتر در ثانیه است که از ضرب طول موج و فرکانس یک پرتو لیزری بدست آمده است.

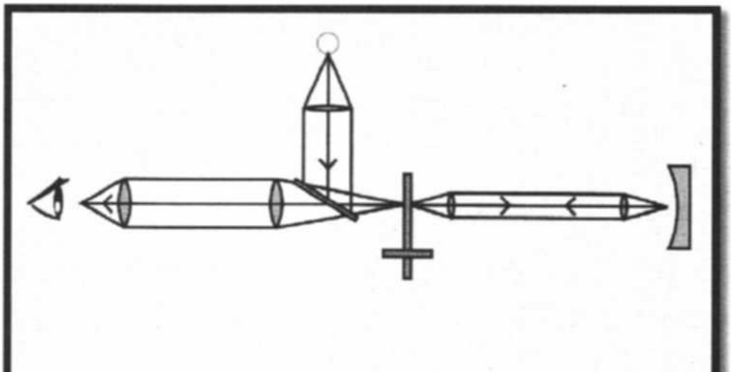
چنانچه در شکل روبرو مشاهده می‌کنید نور از شکافی یکسان عبور نموده و به چرخ دنده باز می‌گردد اگر چرخ به آهستگی بچرخد (زیر). وقتی سرعت چرخش چرخ بالا باشد (بالا) دندانه مجاور بازگشت پرتو را مسدود می‌نماید.





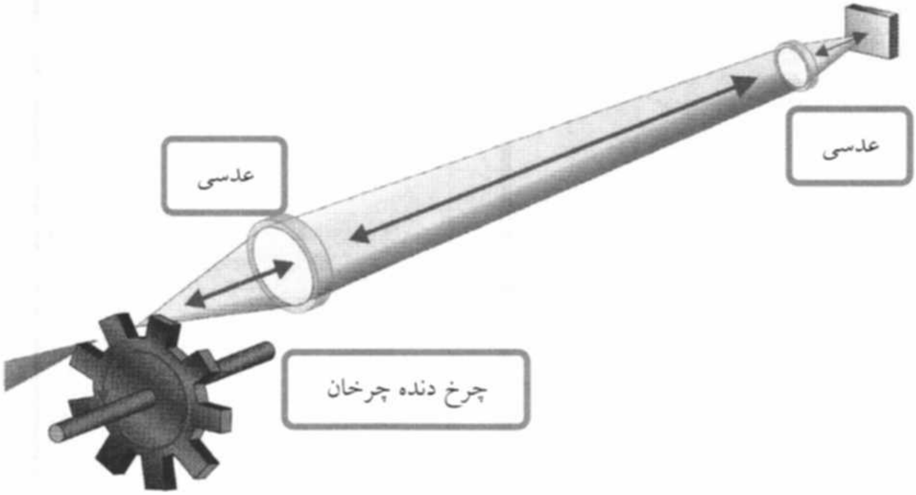
نتایج آزمایش فیزو

وقتی فیزو آینه را ۸/۶٤ کیلومتر دورتر گذاشت، سرعت لازم چرخش چرخ دنده برای مسدود نمودن پرتو بازگشتی برابر ۱۲/٦ چرخش در ثانیه بوده است. با دانستن این ارقام و فاصله‌ای که چرخ دنده باید برای مسدود نمودن نور طی کند – که برابر عرض شکاف چرخ دنده است – وی محاسبه نمود که پرتو نور نیاز به ۰/۰۰۰۰۵۵ ثانیه برای طی طریق از چرخ دنده به آینه و بازگشتن از آن دارد. با تقسیم نمودن این زمان به مسافت کلی ۱۷/۲۸ کیلومتر طی شده توسط نور ۳۱۲/۸٦٤ کیلومتر حاصل در ثانیه به عنوان سرعت نور قلمداد می شود.



پایان دادن به مسئله سرعت نور

فیزیکدانان با اختراع لیزر قادر به اندازه گیری سرعت نور با صحت بیشتری از قبل شدند. در سال ۱۹۷۲، دانشمندان نهاد ملی استاندارد و تکنولوژی در ایالات متحده آمریکا به دقت طول موج و فرکانس یک پرتو لیزری را تعیین نموده و سرعت نور را که محصولی از این دو متغیر بود در ۴۵۸ ۷۹۲ ۲۹۹ متر در ثانیه ثابت نمودند. به عنوان یکی از پیآمدهای این معیار جدید می‌توان به تصمیم اتخاذ شده توسط کنفرانس عمومی اوزان و معیارها برای ثابت نمودن متر به عنوان مسافت طی شده توسط نور در ۴۵۸ ۷۹۲ ، ۱/۲۹۹ ثانیه اشاره نمود. در نتیجه سرعت نور که مهم‌ترین مقدار ثابت اساسی در فیزیک می‌باشد امروزه با قطعیت کامل محاسبه می‌گردد و معیارهای مربوط به آن بسیار دقیق‌تر از قبل قابل محاسبه است.



یک سال نوری چقدر طول می‌کشد؟

از سرعت نور به عنوان عامل اندازه‌گیری در مطالعه جهان بهره می‌بریم. برخی مسافت‌های متصور شده از زمین به حد کافی کوچک هستند که در مورد آن‌ها در مقیاس مایل سخن بگوئیم. به عنوان مثال ماه در حدود ۲۴۰/۰۰۰ مایل از زمین فاصله دارد؛ خورشید نیز تقریباً ۹۳/۰۰۰/۰۰۰ مایل دورتر از زمین می‌باشد.

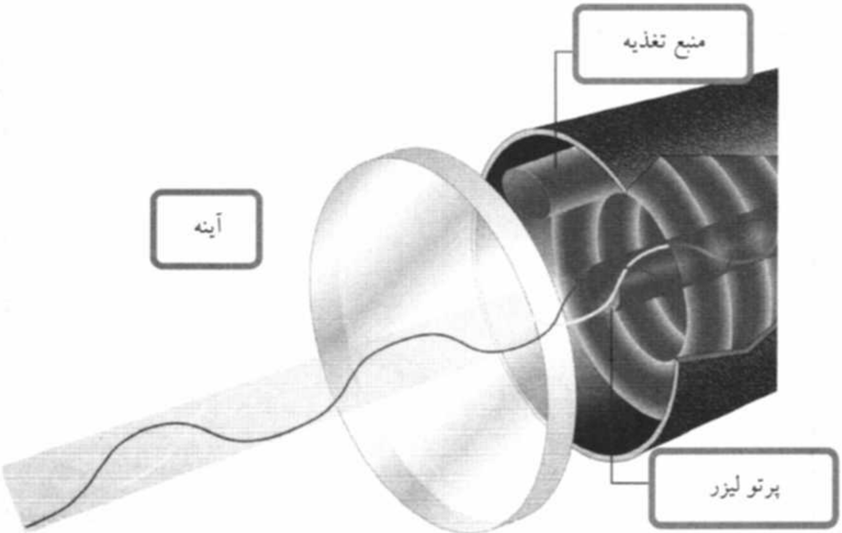
هر چند وقتی اقدام به اندازه‌گیری فواصل تا ستاره‌ها می‌کنیم، در می‌یابیم که باید با ارقام بسیار بزرگی سر و کار داشته باشیم. چنان‌چه دانشمندان واحد خاصی را برای اندازه‌گیری طول موج رنگ‌های متفاوت ایجاد نموده‌اند، هم‌چنین این کار را برای اندازه‌گیری مسافت در فضا هم انجام

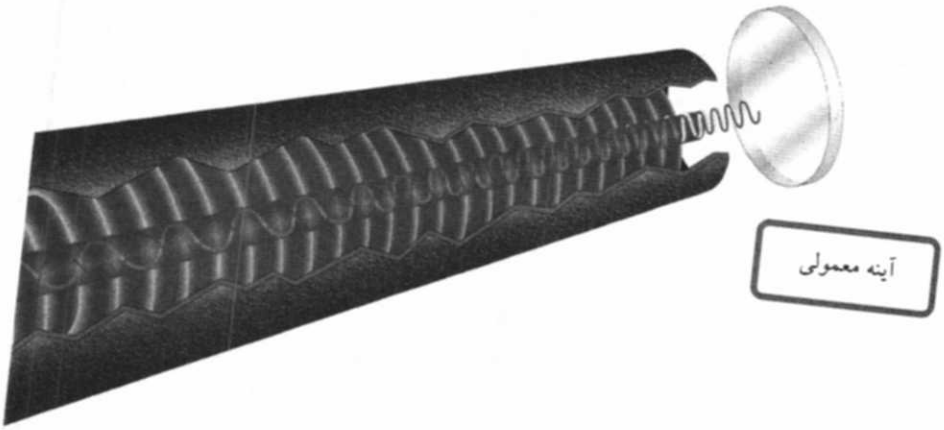
داده‌اند که سال نوری نامیده می‌شود. در واقع یک سال نوری فاصله‌ای است که نور در یک سال طی می‌کند که با توجه به سرعت حرکت نور معادل ۱۸٦ ۰۰۰ مایل در ثانیه، عدد بسیار بزرگی می‌باشد. یک سال نوری تقریباً برابر ٦/۰۰۰/۰۰۰/۰۰۰/۰۰۰ مایل می‌باشد. آلفا سنتائوری‌که نزدیک‌ترین ستاره درخشان می‌باشد بیشتر از ٤ سال نوری با ما فاصله دارد.

اشعه‌هایی به غیر از نور ...

لیزر چیست؟

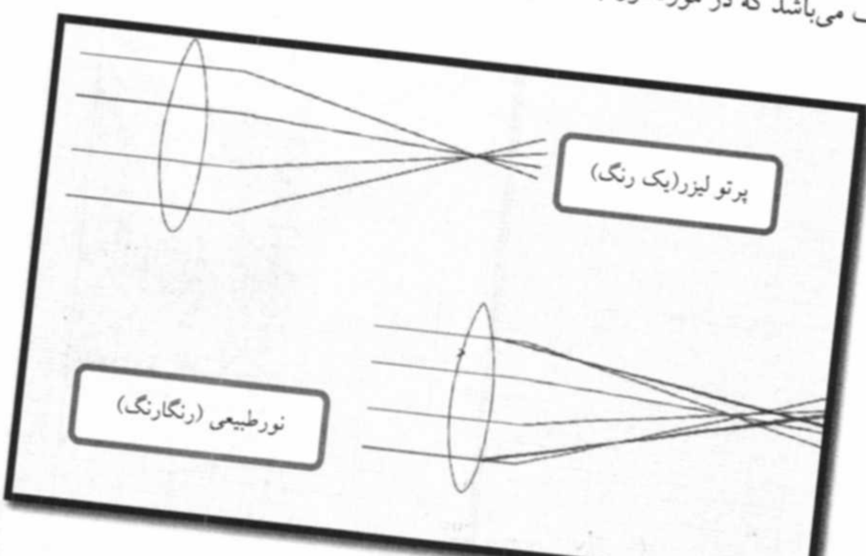
لیزر وسیله‌ای برای تولید پرتو باریکی از نور فشرده می‌باشد. لیزر این واقعیت را نشان می‌دهد که الکترون‌های یک اتم فقط قادر به اشغال مدارهای مشخصی دور هسته خود می‌باشند. زمانی‌که یک اتم انرژی دریافت می‌کند، تهییج می‌گردد و الکترون‌های خود را از مدار دارای کم‌ترین انرژی بیرون می‌راند که وضعیت پایه نامیده می‌شود و به سوی مداری با انرژی بالاتر صورت می‌گیرد. ولی الکترون‌ها نمی‌توانند به مدت طولانی در مداری با انرژی بالا بمانند و در نتیجه بازگشتن به وضعیت پایه آغاز می‌شود و هر یک در این فرآیند اقدام به انتشار یک فوتون یا موجی از نور می‌کند. وقتی‌که یک اتم شروع به کار می‌کند در واقع موجب شروع واکنش زنجیره‌ای سایر الکترون‌های بسوی افت می‌کند که نتیجه آن بهمن امواج نوری مشخص است که کاملاً در انطباق باهم قرار دارند. لیزر که در سال ۱۹٦۰ اختراع شده در زمینه‌های متفاوتی مثل دارو و موسیقی برای از بین بردن تومور و قلم زنی و خواندن سیگنال روی دیسک‌های فشرده کاربرد دارد.





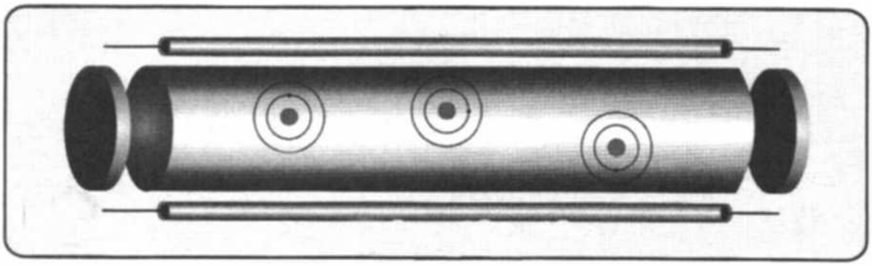
فوکوس قوی‌تر

یک پرتو لیزری شامل یک طول موج نور بوده و قادر به تمرکز زیاد روی یک نقطه توسط یک لنز می‌باشد. در واقع چیزی که اهمیت لیزر را بیش از پیش می‌نمایاند عبارت از توانائی آن در زوم کردن انرژی بسیار روی یک نقطه ریز و طی مسافت‌های طولانی با قدرت کم بدون انتشار و تضعیف می‌باشد که در مورد نور چند رنگ روی می‌دهد.

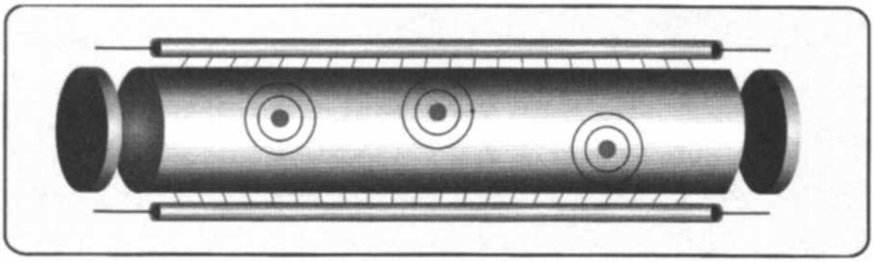


ساختن یک پرتو لیزری

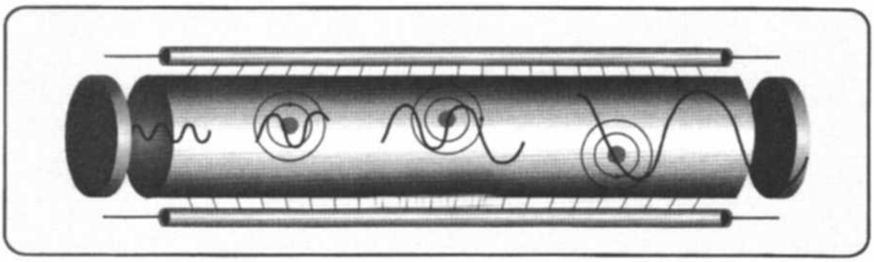
۱. الکترون های هر اتم (نقاط سیاه رنگ در مدارهای داخلی ، سمت راست) قبل از روشن شدن لیزر در وضعیت پایه قرار دارند.



۲. وقتی لیزر روشن می شود، انرژی حاصل از شارژ نمودن لوله موجب می شود تا الکترون‌ها به مدارهایی با انرژی بالاتر رانده شوند.



۳. وقتی بازگشت الکترون‌ها به وضعیت پایه آغاز می‌شود نور را خارج می‌کنند و موجب تهییج سایر الکترون‌ها برای انجام آن می‌شوند. پرتو حاصل دارای یک طول موج بوده و با افت الکترون‌های بیشتر، قدرت بیشتری می‌گیرد.

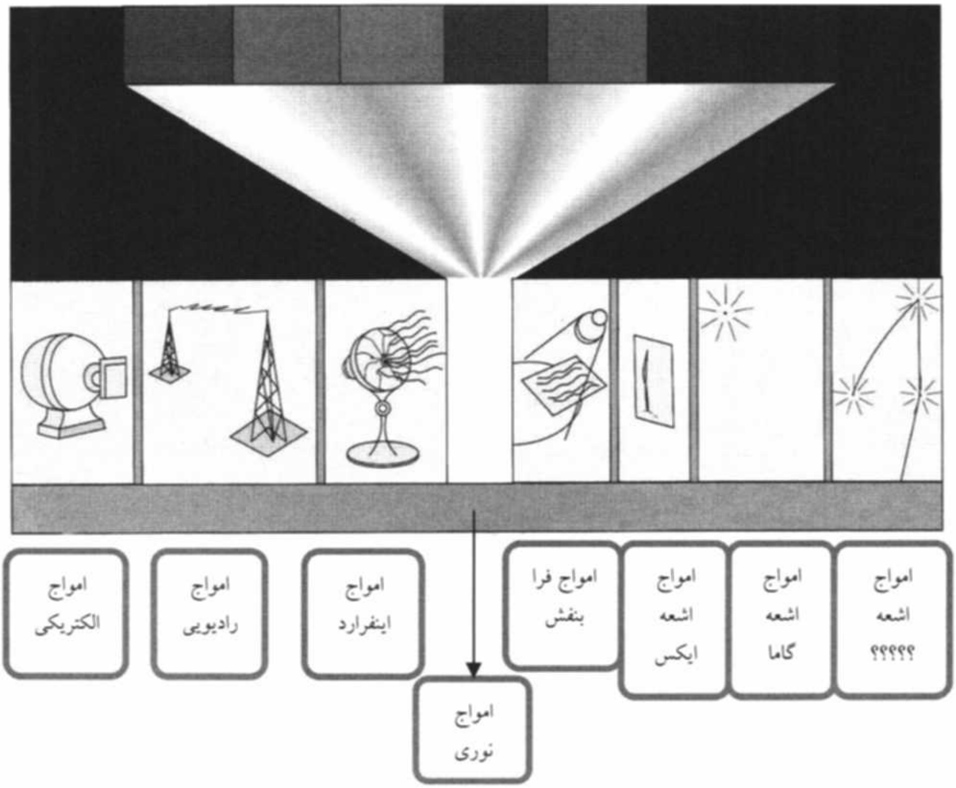


یک لیزر جامد

اغلب لیزرها متشکل از لوله‌ای حاوی بلور جامد می‌باشند که همانند یاقوت بسته شده توسط آینه معمولی و یک آینه نسبتاً شفاف می‌باشد. وجود یک سیم پیچ الکتریکی موجب برانگیخته شدن اتم‌ها در بلور می‌شود تا امواج نور آزاد گردد که با پرش بین آینه‌ها همراه است تا وقتی‌که به حد کافی برای عبور از آینه نسبتاً شفاف قدرت یابند.

طیف الکترومغناطیسی چیست؟

باز هم باید به سوال اساسی بازگردیم: نور چیست؟ همان‌طور که به یاد دارید امروزه دانشمندان بر این عقیده هستند که نور شکلی از انرژی می‌باشد که موجب تابش نور در تمامی جهات می‌شود. در این‌جا باید به یک کلمه اساسی را به دقت مورد توجه قرار بدهیم: تابیدن. آیا هرگز از سایه‌ای خنک خارج شده و زیر آفتاب راه رفته‌اید؟ حتی اگر چشمان خود را ببندید و خورشید را نبینید باز هم می‌فهمید که زیر نور خورشید قرار دارید. چرا؟ شما خورشید را احساس می‌کنید چرا که بدن شما را گرم می‌کند. فرض کنید نزدیک آتشی رفته باشید که شعله ور است. باز هم آن را احساس خواهید کرد حتی اگر آن را نبینید. آتش نیز همانند خورشید از خود گرما ساطع می‌کند که شکلی از انرژی است. واقعاً ما به طور مستمر در احاطه تابش‌ها قرار داریم. خورشید همواره در حال بمباران زمین با اشعه‌های کیهانی می‌باشد که نوعی تابش است. آتش موجود در اجاق، اتوی برقی که با آن لباس‌ها را اتو می‌کنیم، لامپ سیمابی که زیر نور آن مطالعه می‌کنیم، همگی از خود گرما ساطع می‌کنند که نوعی تابش است. رادیو و رادار که از آن برای ارسال و دریافت پیغام طی شب یا روز بهره می‌بریم و در هوای صافی یا مه آلود صورت می‌گیرد از نوع خاصی از تابش بهره می‌برد. حتی نیروی الکتریسته که در خانه‌های خود استفاده می‌کنیم شکلی از تابش است. دانشمندان تابش‌های متفاوت را در یک دسته قرار داده‌اند که آن را طیف الکترومغناطیسی می‌نامند.



امواج نوری تنها یک بخش کوچکی از امواج الکترو مغناطیسی هستند.

فهرست واژگان کلیدی

پس دید عبارت از یک تصویر بصری است که بعد از تهییج دیداری به طول انجامیده و عملی را در بر دارد.

زاویه دید زاویه‌ای است که یک خط نسبت به خطی دیگر عمود به سطح زاویه می‌سازد.

زاویه بازتاب زاویه شکل گرفته توسط یک اشعه انعکاس یافته و عمود به سطح بازتاب می‌باشد.

انیس عبارت از یک خط مستقیم است که یک جسم یا شیئ ژئومتری باید دور آن چرخش یابد.

اتمسفر توده گازی یا محاط جسم آسمانی است و به ویژه در مورد زمین مطرح می‌باشد.

زاویه بحرانی کوچک‌ترین زاویه دید با گذر نور از یک محیط به دیگری است که قابل بازتاب بین یک یا دو مورد می‌باشد.

طول کانونی فاصله بین سطح یک لنز یا آینه تا نقطه کانونی می‌باشد.

چراغانی عمل چراغانی کردن فیزیکی یا پرنور نمودن می‌باشد.

لنز قطعه منحنی شیشه که برای انکسار امواج نور بکار می‌رود.

شب نما از خود نور ساطع می‌کند به ویژه نوری که خود ایجاد نموده است.

میکروسکوپ عبارت از ابزار اپتیکال است که از لنز یا ترکیبی از لنزها برای بزرگ نمودن اجسام کوچک بهره می‌برد به ویژه اجسامی که با چشمان غیرمسلح دیده نمی‌شوند.

منشور عبارت از بدنه شفاف شیشه‌ای با انتهای مثلثی است که برای تفکیک نور سفید به‌کار می‌رود.

شبکیه غشای چندلایه‌ای و حساس به نور داخلی چشم که توسط اعصاب بینایی به مغز ارتباط دارد.

تلسکوپ آرایه‌ای از لنزها یا آینه‌ها و یا هر دو برای جذب نور و ایجاد امکان مشاهده مستقیم اشیای فتوگرافیک است.

تندر طوفان گذرا و شدید همراه با رعد و برق که اغلب بارش باران را نیز با خود دارد.

نقطه تاریک عبارت از یک ناحیه تیره و به ویژه تاریک‌ترین بخش یک سایه است که تمامی نورها در آن برش می‌یابند.

